

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:)
)
Nobuaki USUI, et al.)
) Group Art Unit: To be Assigned
Serial No.: To be Assigned)
) Examiner: To be Assigned
Filed: March 28, 2001)

1c972 U.S. PTO
09/010498
03/28/01

For: HALFTONING METHOD AND APPARATUS, AND COMPUTER-READABLE
RECORDING MEDIUM IN WHICH HALFTONING PROGRAM IS RECORDED

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231*

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-220279
Filed: July 21, 2000

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements
of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,
STAAS & HALSEY LLP

By

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500
Date: 3/07/01

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1c872 U.S. PTO
09/818498
03/28/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 7月21日

出願番号

Application Number:

特願2000-220279

出願人

Applicant (s):

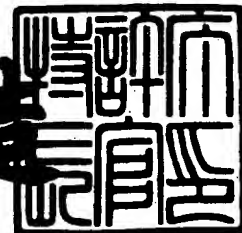
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 1月19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0051036

【提出日】 平成12年 7月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/405

【発明の名称】 ハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 臼井 信昭

【発明者】

【住所又は居所】 石川県金沢市尾張町1丁目11-2-1005

【氏名】 浅野 哲夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092978

【弁理士】

【氏名又は名称】 真田 有

【電話番号】 0422-21-4222

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007696

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704824

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多値画像を二値画像に変換するハーフトーン化方法であって

二値化を行なう注目画素についての値を当該注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定ステップと、

該推定値に基づいて該注目画素の値を二値化する二値化ステップとを含んだことを特徴とする、ハーフトーン化方法。

【請求項 2】 該注目画素についての二値化に伴って生じた誤差を、該注目画素周辺の未二値化画素に拡散させる誤差拡散ステップを含んだことを特徴とする、請求項 1 記載のハーフトーン化方法。

【請求項 3】 該推定ステップにおいて前記推定値の算出に用いた画素に対して、前記注目画素についての二値化に伴って生じた誤差を分散させることを特徴とする、請求項 2 記載のハーフトーン化方法。

【請求項 4】 多値画像を二値画像に変換するハーフトーン化装置であって

二値化を行なう注目画素についての値を当該注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定処理部と、

該推定値に基づいて該注目画素の値を二値化する二値化処理部とを含んだことを特徴とする、ハーフトーン化装置。

【請求項 5】 多値画像を二値画像に変換する機能をコンピュータに実行させるためのハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

該ハーフトーン化プログラムが、

二値化を行なう注目画素についての値を当該注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定処理部と、

該推定値に基づいて該注目画素の値を二値化する二値化処理部として、該コン

コンピュータを機能させることを特徴とする、ハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば連続色調画像の多値画像を2値画像に変換するハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置、並びに、ハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

2値出力しかできないプリンタ等で階調のある画像（多値画像；連続色調画像）を再現するためには、モノクロあるいはカラーに関わらず、多値画像から2値画像への変換処理を行なう必要がある。そして、このような2値画像においては、プリンタ等のドットの面積変調もしくは密度変調により階調を再現する。なお、以下、この多値画像から2値画像への変換のことを二値化もしくはハーフトーン化と称する。

【0003】

このようなハーフトーン化においては、変換後の画像において、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることや、原画像の持つ階調を可能な限り再現することが要求されている。

このようなハーフトーン化を行なう手法としては以下の手法が知られている。

（1）特開平5-142746号公報には、誤差拡散法を「無作為化空間充填二次曲線」に沿って原画像全体に実施することによって、モアレや目障りな模様が無い2値画像を得ようとする手法が開示されている。

【0004】

（2）特開平6-006586号公報には、「シミュレーテッド・アニーリング法」を使用し、原画像（多値画像）と処理される2値画像とから計算されるエネルギー関数を最小化することにより、モアレや目障りな模様が無い2値画像を得ようとする手法が開示されている。なお、この手法には、原画像を直接変換する手法と

、予め 2 5 6 階調のディザパターンを求めておいて処理をする方法とが知られている。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来手法には以下の課題がある。

(1) 特開平5-142746号公報に開示されている手法においては、画像全体を同一のアルゴリズムで処理するので、変換された 2 値画像には必ずモアレや目障りな模様が生じ、特に、市松模様のような図柄においては、横方向の縞模様が顕著に生じる。又、変換に際して、使用している「無作為化空間充填二次元曲線」は、画像全体を一筆書きの要領で走査するので並列計算を行なうことができず、これにより、結果的に膨大な処理時間を必要とする。

【0 0 0 6】

(2) 特開平6-006586号公報に開示されている手法においては、その変換時の計算に膨大な時間がかかるので現実的でなく、又、非常になだらかなグラデーション画像に関して、特有の目障りな模様が発生する。

(3) 上述した従来手法において、誤差拡散を行なう場合には、ハーフトーン処理を行なう画素（注目画素）の値に基づいて二値化を行ない、その誤差を周辺画素に拡散するようになっているので、例えば、画像の傷等の理由により注目画素が突出した値である場合には、その突出した値に基づく誤差がその周辺の未処理画素に拡散されてしまう。そして、例えば、処理画像が、入力に用いたスキャナやデジタルカメラ等の入力機器の固有の周期構造が原因のモアレ等を潜在的に有するものである場合には、そのモアレ等が誤差の拡散により増幅され顕在化してしまうこともある。

【0 0 0 7】

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、多値画像中の傷等による、画素値の急激な変化によるモアレをなくすことができ、又、簡易な手法で、モアレや目障りな模様の発生を確実に抑制することができるようにした、ハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

このため、本発明のハーフトーン化方法（請求項1）は、多値画像を二値画像に変換するハーフトーン化方法であって、二値化を行なう注目画素についての値をこの注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定ステップと、推定値に基づいて注目画素の値を二値化する二値化ステップとを含んだことを特徴としている。

【0009】

また、本発明のハーフトーン化装置（請求項4）は、多値画像を二値画像に変換するハーフトーン化装置であって、二値化を行なう注目画素についての値をこの注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定処理部と、推定値に基づいて注目画素の値を二値化する二値化処理部とを含んだことを特徴としている。

さらに、本発明のハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体（請求項5）は、多値画像を二値画像に変換する機能をコンピュータに実行させるためのハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、ハーフトーン化プログラムが、二値化を行なう注目画素についての値をこの注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定処理部と、推定値に基づいて注目画素の値を二値化する二値化処理部として、コンピュータを機能させることを特徴としている。

【0010】

これにより、本発明では、注目画素に対して二値化を行なう際に、その注目画素についての値を直接的に使用せずに、その注目画素以外の画素の値に基づいて算出した推定値を用いて二値化を行なうので、例えば、多値画像中において、傷等が原因で画素値が突出している画素がある場合においても、その突出した画素値の誤差が直接的に周囲の未二値化画素に対して分散されることがない。

【0011】

このとき、注目画素についての二値化に伴って生じた誤差を、注目画素周辺の未二値化画素に拡散させる誤差拡散ステップを含んでもよく（請求項2）、推定ステップにおいて推定値の算出に用いた画素に対して、注目画素についての二値

化に伴って生じた誤差を分散させてもよい（請求項 3）。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 2 は本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置を実現するためのコンピュータシステムの構成を示すブロック図であり、この図 2 に示すように、本実施形態のコンピュータシステムは、CPU 1 0 とこの CPU 1 0 に接続されるバスライン 1 2 とをそなえている。

【 0 0 1 3 】

バスライン 1 2 には、ROM 1 4 と RAM 1 6 とが接続されており、入出力インターフェース（I/O）1 8 を介してキーボード 2 0，マウス 2 2，モニタ（たとえば CRT，LCD，PDP 等）2 4 および磁気ディスク 2 6 が接続されるとともに、入出力インターフェース（I/O）2 8 を介してプリンタ 3 0 が接続されている。

【 0 0 1 4 】

そして、RAM 1 6 には、図 1 に示す、二値化処理部 5 1，誤差拡散処理部 5 2，変更処理部 5 3，輪郭検出処理部 5 4，輪郭方向検出処理部 5 5 および推定処理部 5 6 を実現するためのアプリケーションプログラムが格納されており、CPU 1 0 が、バスライン 1 2 を介して RAM 1 6 から上記アプリケーションプログラムを実行することにより、二値化処理部 5 1，誤差拡散処理部 5 2，変更処理部 5 3，輪郭検出処理部 5 4，輪郭方向検出処理部 5 5 および推定処理部 5 6 としての機能（その詳細については後述）が実現され、本実施形態のハーフトーン化装置が実現されるようになっている。

【 0 0 1 5 】

これらの二値化処理部 5 1，誤差拡散処理部 5 2，変更処理部 5 3，輪郭検出処理部 5 4，輪郭方向検出処理部 5 5 および推定処理部 5 6 としての機能を実現するためのプログラムは、例えばフレキシブルディスク，CD-ROM 等の、コンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。そして、コンピュータはその記録媒体からプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶

装置に転送し格納して用いる。又、そのプログラムを、例えば磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の記憶装置（記録媒体）に記録しておき、その記憶装置から通信回路を介してコンピュータに提供するようにしてもよい。

【0016】

二値化処理部51，誤差拡散処理部52，変更処理部53，輪郭検出処理部54，輪郭方向検出処理部55および推定処理部56としての機能を実現する際には、内部記憶装置（本実施形態ではRAM16や磁気ディスク26）に格納されたプログラムがコンピュータのマイクロプロセッサ（本実施形態ではCPU10）によって実行される。このとき、記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータが読み取って実行するようにしてもよい。

【0017】

なお、本実施形態において、コンピュータとは、ハードウェアとオペレーションシステムとを含む概念であり、オペレーションシステムの制御の下で動作するハードウェアを意味している。又、オペレーションシステムが不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェアを動作させるような場合には、そのハードウェア自体がコンピュータに相当する。ハードウェアは、少なくとも、CPU等のマイクロプロセッサと、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とをそなえている。

【0018】

上記アプリケーションプログラムは、このようなコンピュータに、二値化処理部51，誤差拡散処理部52，変更処理部53，輪郭検出処理部54，輪郭方向検出処理部55および推定処理部56としての機能を実現させるプログラムコードを含んでいる。又、その機能の一部は、アプリケーションプログラムではなくオペレーションシステムによって実現されてもよい。

【0019】

さらに、本実施形態における記録媒体としては、上述したフレキシブルディスク、CD-ROM、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクのほか、ICカード、ROMカートリッジ、磁気テープ、パンチカード、コンピュータの内部記憶装置（RAMやROMなどのメモリ）、外部記憶装置等や、バーコードなどの

符号が印刷された印刷物等のコンピュータ読取可能な種々の媒体を利用することができる。

【 0 0 2 0 】

さて、図 2 に示す本実施形態のコンピュータシステムは、多値画像を 2 値画像に変換するハーフトーン化装置として機能するものであり、図 1 に示すような、二値化処理部 5 1，誤差拡散処理部 5 2，変更処理部 5 3，輪郭検出処理部 5 4，輪郭方向検出処理部 5 5 および推定処理部 5 6 としての機能を有している。

なお、図 1 は本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置の機能的構成を示すブロック図、図 3 (a)，(b) は注目画素についての値の推定方法を説明するための図である。

【 0 0 2 1 】

本ハーフトーン化装置は、多値画像の画像データをメモリ (RAM 1 6) 等に展開するようになっており、推定処理部 5 6 によって、注目画素についての値を、この注目画素以外の値に基づいて推定し、更に、二値化処理部 5 1 によって、この推定値に基づいて注目画素の値を二値化するようになっている。

なお、本実施形態において二値化の処理の対象となる画素はそれぞれ 0 ～ 2 5 5 のいずれかの値を有し、又、ハーフトーン化 (二値化処理) 後の画素はそれぞれ 0 もしくは 2 5 5 のいずれかの値を有するものとする。このように定義しても一般性は失わないものである。

【 0 0 2 2 】

推定処理部 5 6 は、注目画素 (図 3 (a)，(b) の符号 A 参照) についての値を、この注目画素 A 以外の画素の値に基づいて推定するものであって、具体的には、推定処理部 5 6 は、注目画素 A 以外の所定領域の未二値化画素に対して二次元デジタルフィルタを用いて算出するものであり、以下の (1) ～ (3) に示す 3 種類の手法から一の手法を選択的に用いて、注目画素 A の推定値を算出するようになっている。

【 0 0 2 3 】

(1) 第 1 の推定方法

図 3 (a) は、一般的な二次元デジタルフィルタを用いて注目画素 A について

の値を推定する手法を説明するための図であり、注目画素Aから所定距離（図3（a）中では 2×6 ピクセル）だけ離れた位置を中心とする所定領域（図3（a）中では 2×2 ピクセルの領域）の未二値化画素の値に基づいて注目画素Aの画素値を推定する例を示している。

【0024】

この図3（a）に示す二次元デジタルフィルタは、 2×2 ピクセルの所定領域内の画素を、図3（a）に示すようなマトリクス100a（例えば、図3（a）中においては 2×2 ピクセルの領域）を用いて走査しながら、このマトリクス100a内の画素値を用いて計算を行なうものであり、具体的には、マトリクス100a内の各画素値にそれぞれ $1/4$ を乗算し、これらの乗算後の各値を加算して求めた値を注目画素Aの画素値として推定する。

【0025】

（2）第2の推定方法

また、図3（b）は輪郭強調用デジタルフィルタを用いて注目画素Aについての値を推定する手法を説明するための図であり、この図3（b）には、注目画素Aについての値を、この注目画素Aから5、 5×6 ピクセル（所定距離）だけ離れた画素を中心とした 3×3 ピクセルの領域（所定領域）の未二値化画素の値に基づいて推定する例を示している。

【0026】

推定処理部56は、この 3×3 ピクセルの所定領域内の画素を、図3（b）に示すようなマトリクス100b（例えば、図3（b）中においては 3×3 ピクセルの領域）を用いて走査しながら、このマトリクス100b内の画素値を用いて計算を行なうようになっており、具体的には、その所定領域内の各画素に輪郭強調用デジタルフィルタを適用して注目画素Aの画素値を推定する。

【0027】

この輪郭強調用デジタルフィルタとしては、ラプラシアン型フィルタ（図5参照）やプレウィット型フィルタ（図6参照）を用いることが好ましい。なお、図3（b）は、輪郭強調用デジタルフィルタとしてラプラシアン型フィルタを用いた場合について示している。

ここで、輪郭強調用デジタルフィルタを用いて注目画素Aの画素値を推定する手法について説明する。

【0028】

図4は輪郭強調用二次元デジタルフィルタを適用する方法を説明するための図、図5および図6はそれぞれ輪郭強調用二次元デジタルフィルタについて説明するための図であり、図5(a)，(b)はそれぞれラプラシアン型フィルタを示す図、図6(a)，(b)はそれぞれプレウィット型フィルタを示す図である。

輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて注目画素Aの推定値(以下、 α とする)を算出する場合には、推定処理部56は、図4に示すようなマトリクス100bにおける各画素の画素値(図4中ではa, b, c, d, e, f, g, h, i)を、図5(a)，(b)や図6(a)，(b)に示すような輪郭強調用二次元デジタルフィルタ(ラプラシアン型フィルタ、プレウィット型フィルタ等)に適用して算出する。

【0029】

例えば、図5(a)に示すようなラプラシアン型フィルタを用いて推定値 α を算出する場合には、 $\alpha = (a \times 0) + \{b \times (-1)\} + (c \times 0) + \{d \times (-1)\} + (e \times 4) + \{f \times (-1)\} + (g \times 0) + \{h \times (-1)\} + (i \times 0)$ を計算することにより推定値 α を算出することができる。

また、図5(b)に示すラプラシアン型フィルタを用いて推定値 α を算出する場合においても図5(a)と同様にして推定値 α を求める。

【0030】

なお、本実施形態においては、図5(a)，(b)に示すような2種類のラプラシアン型フィルタを示しているが、これに限定するものではなく、これら以外のパターンを有するラプラシアン型フィルタを用いてもよい。具体的には、以下に示す①～④の条件を全てそなえる輪郭強調用二次元デジタルフィルタであれば、ラプラシアン型フィルタと同様の効果を得ることができる。なお、ここで、符号a～iはそれぞれ画素値を示すものであって、図4中に示すマトリクス100bにおける各画素値に対応するものである。

【0031】

$$\textcircled{1} |e| = |a + b + c + d + f + g + h + i|$$

② e と b, d, f, h とが異なる符号を有すること。

③ e と a, c, g, i とが同符号を有する、もしくは、 $a = c = g = i = 0$ であること。

④ マトリクス 100b (図4 参照) において、その中心に位置する画素 (画素値 e) と、その周辺画素 (画素値 a, b, c, d, f, g, h, i) との各距離に、 $|a|$, $|b|$, $|c|$, $|d|$, $|f|$, $|g|$, $|h|$, $|i|$ をそれぞれ乗じた値が、互いに同じ程度の大きさ (桁) になること (ただし、a, c, g, i = 0 の場合は除く)。

【0032】

従って、図5 (a), (b) に示したラプラシアン型フィルタに限定されることなく、上述の①～④の条件を満たす輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて注目画素Aの値を推定することができる。

次に、図6 (a), (b) に示すようなプレウィット型フィルタを用いて推定値 α を算出する場合について説明すると、例えば、図6 (a) に示すようなプレウィット型フィルタを用いて輪郭値Eを算出する場合には、 $\alpha = [[(a \times 1) + (b \times 0) + \{c \times (-1)\} + (d \times 1) + (e \times 0) + \{f \times (-1)\} + (g \times 1) + (h \times 0) + \{i \times (-1)\}]^2 + [(a \times 1) + (b \times 1) + (c \times 1) + (d \times 0) + (e \times 0) + (f \times 0) + \{g \times (-1)\} + \{h \times (-1)\} + \{i \times (-1)\}]^2]^{1/2}$ を計算することにより推定値 α を算出することができる。

【0033】

なお、推定処理部56は、図6 (b) に示すプレウィット型フィルタを用いて推定値 α を算出する場合においても図6 (a) と同様にして推定値 α を求めることができる。

そして、推定処理部56は、所定領域内の画素に対して輪郭強調用デジタルフィルタを用いた演算の結果求めた推定値 α を、注目画素Aの画素値として算出するようになっている。

【0034】

(3) 第3の推定方法

さらに、推定処理部56は、後述する誤差拡散処理部52によって誤差拡散が行なわれる未二値化の画素の値に基づいて注目画素Aの値を推定するようになっている。

図7および図8はそれぞれ誤差拡散が行なわれる未二値化画素から注目画素Aの値を推定するための手法を説明するための図である。

【0035】

図7(a)は注目画素Aに隣接する未二値化画素を示す図、図7(b)は図7(a)に示す画素に対して適用する二次元デジタルフィルタを示す図である。

注目画素Aに隣接する未二値化の画素の値を、図7(a)に示すようにa, b, c, dとする場合に、推定処理部56は、これらの画素値a, b, c, dに対して、例えば図7(b)に示すような重み係数をそなえた二次元デジタルフィルタを適用して注目画素Aの値を推定する。

【0036】

具体的には、図7(a), (b)に示す場合においては、以下の式①により注目画素Aの値 α を算出し、この算出した値 α を注目画素Aの値として推定する。

$$\alpha = (a + b/2 + c + d/2) / 3 \quad \cdots \textcircled{1}$$

なお、図7(b)に示す二次元デジタルフィルタは「Floyd and Steinberg法」として一般的に知られている誤差拡散法(図10(a)参照)を行なう際に用いて好適である。

【0037】

また、図8(a)は注目画素Aの周辺の未二値化画素を示す図、図8(b)は図8(a)に示す画素に対して適用する二次元デジタルフィルタを示す図である。

推定処理部56は、注目画素Aの周辺の未二値化画素の値を、図8(a)に示すようにa, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, lとする場合に、これらの画素値a~lに対して、例えば図8(b)に示すような重み係数をそなえた二次元デジタルフィルタを適用して注目画素Aの値を推定する。

【0038】

なお、図 8 (b) 中においては、重み係数を符号 X, Y, Z, U によって示しており、これらの重み係数は、例えば、 $X=1$, $Y=1/2$, $Z=1/$, $U=1/$ である。又、これらの重み係数 X, Y, Z, U は、上述した数値に限定されるものではなく、それぞれ変更して実施することができる。

そして、推定処理部 56 は、図 8 (a), (b) に示す場合においては、以下の式②により注目画素 A の値 α を算出し、この算出した値 α を注目画素 A の値として推定する。

【0039】

$$\alpha = \{X \cdot (a + e) + Y \cdot (b + j) + Z \cdot (h + l) / 2 + U \cdot (c + g + i + k)\} \div \{(18 + 9 \times 2^{1/2} + 8 \times 3^{1/2}) / 6\} \quad \dots \textcircled{2}$$

なお、図 8 (b) に示す二次元デジタルフィルタは「Javis, Judice and Ninke 法」や「Stucki 法」の誤差拡散法 (図 11 (a), (b) を用いて後述) を行なう際に用いて好適である。

【0040】

本実施形態では、上述した 3 種類の手法 (1) ~ (3) のうちの一つを用い、推定処理部 56 によって注目画素 A の推定値が算出されるようになっている。

二値化処理部 51 は、推定処理部 56 によって推定された注目画素 A の推定値 α に基づいて、走査中の注目画素 A の値を二値化するものである。具体的には、上述の如く推定処理部 56 によって算出された注目画素 A の推定値 α を所定値 (例えば 128) と比較して、注目画素 A の推定値 α が所定値以上 ($\alpha \geq 128$) の場合には注目画素 A の画素値を 255 (ON) として RAM 16 や磁気ディスク 26 上の所定の領域に記録する。なお、以下、この所定の領域に記録する、二値化後の注目画素の画素値を α' (ただし、 $\alpha' = 0$ もしくは 255) として示す。

【0041】

また、注目画素 A の推定値 α が所定値よりも小さい ($\alpha < 128$) 場合には注目画素 A の画素値 α' を 0 (OFF) として RAM 16 や磁気ディスク 26 上の所定の領域に記録する。

輪郭検出処理部 54 は、注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか

否かを検出するものであり、この輪郭検出処理部 5 4 は、例えば、上述のラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等のような輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いたり、又、注目画素 A およびその周辺画素の値を加減算したりすることにより、注目画素 A およびその周辺画素の値に基づいて、注目画素 A についての輪郭値 E を算出するようになっている。

【 0 0 4 2 】

そして、この輪郭値 E を所定値であるしきい値 (threshold) T と比較することにより、注目画素が多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出するようになっている。

なお、このしきい値 T は、オペレータにより設定することができるようになっており、輪郭強調の程度を制御するパラメータとして機能するようになっている。

【 0 0 4 3 】

輪郭検出処理部 5 4 は、注目画素 A についての輪郭値 E を算出する際には、メモリ (RAM 1 6) 等に展開された多値画像の画像データについて、マトリクス 1 0 0 b (図 4 参照) を、その中央部 (図 4 中では画素値 e) が注目画素 A となるように配置して走査するようになっており、マトリクス 1 0 0 b の中央に位置する注目画素 A 毎に、上述した輪郭強調用デジタルフィルタを用いて輪郭値 E を算出するようになっている。なお、この輪郭値 E の算出方法は前述した推定値 α の算出方法と同様である。

【 0 0 4 4 】

すなわち、注目画素 A についての輪郭値 E を算出する場合には、図 4 に示すようなマトリクス 1 0 0 b における注目画素 A (画素値 e) およびその周辺の画素の画素値 (図 4 中では a, b, c, d, f, g, h, i) を、図 5 (a), (b) や図 6 (a), (b) に示すような輪郭強調用二次元デジタルフィルタ (ラプラシアン型フィルタ, プレウィット型フィルタ等) に適用して算出する。

【 0 0 4 5 】

例えば、図 5 (a) に示すようなラプラシアン型フィルタを用いて輪郭値 E を算出する場合には、 $E = (a \times 0) + \{b \times (-1)\} + (c \times 0) + \{d \times (-1)\} + (e \times 4) + \{f \times (-1)\} + (g \times 0) + \{h \times (-1)\} + (i \times 0)$

$-1) \} + (e \times 4) + \{f \times (-1)\} + (g \times 0) + \{h \times (-1)\} + (i \times 0)$ を計算することにより輪郭値 E を算出することができる。

また、図 5 (b) に示すラプラシアン型フィルタを用いて輪郭値 E を算出する場合においても図 5 (a) と同様にして輪郭値 E を求める。

【0046】

なお、輪郭検出処理部 54 による輪郭値 E の算出に際して、図 5 (a), (b) に示すような 2 種類のラプラシアン型フィルタに限定するものではなく、これら以外のパターンを有するラプラシアン型フィルタを用いてもよい。具体的には、以下に示す①～④の条件を全てそなえる輪郭強調用二次元デジタルフィルタであれば、ラプラシアン型フィルタと同様の効果を得ることができる。なお、ここで、符号 $a \sim i$ はそれぞれ画素値を示すものであって、図 4 中に示すマトリクス 100b における各画素値に対応するものである。

【0047】

- ① $|e| = |a + b + c + d + f + g + h + i|$
- ② e と b, d, f, h とが異なる符号を有すること。
- ③ e と a, c, g, i とが同符号を有する、もしくは、 $a = c = g = i = 0$ であること。

④マトリクス 100b (図 4 参照) において、注目画素 (画素値 e) と、その周辺画素 (画素値 a, b, c, d, f, g, h, i) との各距離に、 $|a|, |b|, |c|, |d|, |f|, |g|, |h|, |i|$ をそれぞれ乗じた値が、互いに同じ程度の大きさ (桁) になること (ただし、 $a, c, g, i = 0$ の場合は除く)。

【0048】

従って、図 5 (a), (b) に示したラプラシアン型フィルタに限定されることなく、上述の①～④の条件を満たす輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いることにより、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを検出することができる。

次に、図 6 (a), (b) に示すようなプレウィット型フィルタを用いて輪郭値 E を算出する場合について説明すると、例えば、図 6 (a) に示すようなプレウィット型フィルタを用いて輪郭値 E を算出する場合には、 $E = [[(a \times 1)$

$+ (b \times 0) + \{c \times (-1)\} + (d \times 1) + (e \times 0) + \{f \times (-1)\}$
 $+ (g \times 1) + (h \times 0) + \{i \times (-1)\}]^2 + [(a \times 1) + (b \times 1)$
 $+ (c \times 1) + (d \times 0) + (e \times 0) + (f \times 0) + \{g \times (-1)\} + \{h$
 $\times (-1)\} + \{i \times (-1)\}]^2]^{1/2}$ を計算することにより輪郭値Eを算出
 することができる。

【0049】

そして、図6（b）に示すプレウィット型フィルタを用いて輪郭値Eを算出する場合においても図6（a）と同様にして輪郭値Eを求める。

上述のごとく算出した輪郭値Eは、その注目画素およびその隣接する画素の範囲内において画素値の変化が大きいほどその値が大きくなる。

そして、輪郭検出処理部54は、この算出した輪郭値Eと予め設定されたしきい値Tとを比較して、輪郭値Eがしきい値Tよりも大きい場合に、その注目画素（画素値e）が輪郭上の画素であることを検出するのである。

【0050】

輪郭方向検出処理部55は、輪郭の方向を検出するものであり、以下にこの輪郭方向検出処理部55による輪郭の方向の検出方法について、図9を参照しながら説明する。なお、図9は輪郭の方向を説明するための図である。

輪郭方向検出処理部55は、前述した注目画素Aを中心とするマトリクス100b（図4参照）における画素値a, b, c, d, e, f, g, h, iを用いて

$$X1 = b + e + h$$

$$X2 = c + e + g$$

$$X3 = a + e + i$$

$$X4 = d + e + f$$

の各式を計算し、これらのX1, X2, X3, X4の各値を相互に比較して、 $X_j = \max(X1, X2, X3, X4)$ となるj（jは1～4のいずれかの自然数）を求める。なお、計算の結果、X1, X2, X3, X4の値において、同じ値が存在する場合にはjの大きい方を採用するものとする。

【0051】

そして、輪郭方向検出処理部 55 は、このようにして求めた j により、図 9 に示すような、注目画素 A（画素値 e ）を通過する輪郭方向 D_j （ $D_1 \sim D_4$ ）を決定する。具体的には、マトリクス 100b において、画素値が b, e, h の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_1 、画素値が c, e, g の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_2 、画素値が a, e, i の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_3 、画素値が d, e, f の各画素を通過する方向を輪郭方向 D_4 とし、これらの輪郭方向 $D_1 \sim D_4$ の中から特定の輪郭方向 D_j を決定するのである。

【0052】

なお、本実施形態のハーフトーン化装置において、輪郭値 E の算出は上述のごとき輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて算出することに限定するものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

以下に、輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いることなく輪郭値 E を算出すると同時に、輪郭の方向も検出する手法について説明する。なお、符号 $a \sim i$ は画素値を示すものであり、以下、既述の符号と同一の符号は同一もしくは略同一の部分を示しているので、その詳細な説明は省略する。

【0053】

①図 4 に示すような 3×3 のマトリクス 100b において、以下に示す計算（加減算）を実施する。

$$X_1 = a + d + g - b - e - h$$

$$X_3 = c + f + i - b - e - h$$

$$X_4 = f + h + i - c - e - g$$

$$X_5 = b + c + f - a - e - i$$

$$X_6 = d + g + h - a - e - i$$

$$X_7 = a + b + c - d - e - f$$

$$X_8 = g + h + i - d - e - f$$

② $X_1 \sim X_8$ の各値について順番に調べて、最大値となるものを検索する。

【0054】

③ $X_1 \sim X_8$ の各値の検索の結果に基づいて輪郭の方向を決定する。

a) X_1 もしくは X_2 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D

1 (図 9 参照) である。

b) X 3 もしくは X 4 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D

2 (図 9 参照) である。

【 0 0 5 5 】

c) X 5 もしくは X 6 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D

3 (図 9 参照) である。

d) X 7 もしくは X 8 が最大値を取る場合には、輪郭の位置および方向は D

4 (図 9 参照) である。

④最大値を検出した際の輪郭の位置および方向を R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 等に記憶する。

【 0 0 5 6 】

⑤②において求めた X 1 ~ X 8 の最大値に $256/768 (= 1/3)$ を乗算して四捨五入した数値を、輪郭値 E として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 等に記憶する。

これにより、輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いることなく、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより輪郭値 E を算出することができるのであるが、この際、乗除算を行なうことなく輪郭値 E を算出することができ、これにより、C P U 1 0 の負荷を減らすことができるので輪郭値 E を高速に算出することができるとともに、輪郭の方向も同時に特定することができる。

【 0 0 5 7 】

ここで、⑤において X 1 ~ X 8 の最大値に乗算する $256/768$ という数値について説明する。

X i (例えば、X 1) を算出するために 3 つの画素値を足したもののから 3 つの画素値を足したものを引いており ($a + d + g - b - e - h$)、又、画素値 a ~ i の各値は 0 ~ 255 (8 ビット) であるので、X i ($a + d + g - b - e - h$) の最大値は 765 ($= 255 \times 3$) であり、又、その最小値は 0 になる。

【 0 0 5 8 】

このような X i の値を 8 ビットのしきい値 T で制御する場合に、規格化係数を大きめに取ることにより、X i に乗算する数値を $256/(256 \times 3 = 768)$

）として求めたものである。

誤差拡散処理部 5 2 は、注目画素についての二値化処理部 5 1 による二値化に伴って生じた誤差 Z を、注目画素 A 周辺の未走査画素に拡散させるものである。

【0059】

ここで、 $Z = 255 - e$ ($e \geq 128$ の場合) ,

$Z = e$ ($e < 128$ の場合)

である (e は注目画素 A の画素値)。

この誤差拡散処理部 5 2 は、注目画素 A の二値化に伴って生じた誤差 Z を誤差拡散法を用いて注目画素 A 周辺の未走査画素に拡散させるようになっており、この注目画素 A における誤差 Z を、図 10 や図 11 に示すような重み付けパターン (重み係数) に基づき、注目画素 e の周辺の複数の未走査画素に比例配分することにより拡散する。

【0060】

図 10 (a) ~ (d) はそれぞれ誤差拡散法における重み付けパターンを示す図であり、各図中において●で示された注目画素 A における誤差 Z をどのような比率で注目画素 A 周辺の未走査画素に拡散するかを示すものである。

ここで、図 10 (a) に示す重み付けパターンに基づいて誤差拡散を行なう場合について説明すると、例えば、注目画素 A の画素値 $e = 100$ ($e < 128$) の場合には誤差 $Z = 100$ であるので、 $100 \times 7 / 16$ を注目画素 A の主走査方向に位置する未走査の隣接画素 (図 4 中では画素値 f) に付加する。

【0061】

同様にして、 $100 \times 5 / 16$ を注目画素 A の副主走査方向 (主走査方向に直行する方向) に位置する未走査の隣接画素 (図 4 中では画素値 h) に、 $100 \times 1 / 16$ を注目画素 A の主走査方向に位置する未走査の隣接画素 (図 4 中では画素値 i) に、更に、 $100 \times 3 / 16$ を注目画素 A の主走査方向に位置する未走査の隣接画素 (図 4 中では画素値 g) に付加することにより、注目画素 A についての誤差を注目画素 A 周辺の未走査画素に比例配分 (拡散) する。

【0062】

また、誤差拡散処理部 5 2 は、図 10 (b) ~ (d) に示すような他の重み付

けパターンをも有しており、これらの複数（本実施形態では4）種類の重み付けパターンに基づいても、注目画素Aの周辺の複数の未走査画素に誤差Zを比例配分することにより誤差拡散を行なうことができるようになっている。

なお、誤差拡散処理部52は、図10（b）～（d）に示す各重み付けパターンを用いた場合においても、上述の図10（a）に示す重み付けパターンを用いた場合と同様にして注目画素についての誤差拡散を行なうものである。

【0063】

また、誤差拡散処理部52は、輪郭検出処理部54によって注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、以下に示す例外処理を行なうこともできるようになっている。

この例外処理は、輪郭方向検出処理部55で検出された輪郭の方向における未走査画素の値に、誤差Zに応じた値を加算するものであり、詳細には、輪郭検出処理部54によって検出された輪郭方向 D_j を判断し、その結果に応じて以下の処理を行なう。

【0064】

- ①輪郭方向が D_1 である場合には、画素値hに $Z/2$ を加算する。
- ②輪郭方向が D_2 である場合には、画素値gに $Z/2$ を加算する。
- ③輪郭方向が D_3 である場合には、画素値iに $Z/2$ を加算する。
- ④輪郭方向が D_4 である場合には、画素値fに $Z/2$ を加算する。

なお、本実施形態では誤差Zを2で除したものを輪郭の方向における未走査画素の値に加算しているが、これに限定するものではなく、例えば、インク（トナー）や印刷媒体等の材質等の印刷条件に応じて、誤差Zを2以外の数字で除したものを輪郭の方向における未走査画素の値に加算してもよく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0065】

また、本装置においては、誤差拡散処理部52による誤差拡散処理をおこなわずに二値化を行なうことができるようになっており、以下、この誤差分散を伴わない二値化を単純二値化という。

変更処理部53は、誤差拡散処理部52での誤差拡散手法を、多値画像の走査

に伴い、所定の方式に従って変更するものであって、例えば、図 1 0 (a) ~ (d) に示す複数（本実施形態では 4）の重み付けパターンを (a) , (b) , (c) , (d) , (a) , (b) … の順序で選択して変更する。すなわち、変更処理部 5 3 は、誤差拡散処理部 5 2 における重み付けパターンを所定の順序で（あるいはランダムに）選択して変更することにより誤差拡散手法を変更するようになっている。

【 0 0 6 6 】

そして、変更処理部 5 3 は、輪郭検出処理部 5 4 により注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合（輪郭前後で）、あるいは画素毎に、誤差拡散手法を変更するようになっている。

さて、この変更処理部 5 3 による誤差拡散手法の変更の仕方としては、重み付けパターンを変更する手法、および、異なる誤差拡散法に変更する手法の 2 種類の変更手法から、所望の変更手法を選択できるようになっており、本装置においては、変更処理部 5 3 による誤差拡散手法の変更を行なわずに、特定の誤差拡散手法によってのみ誤差拡散を行なうことができるようになっている。

【 0 0 6 7 】

ここで、輪郭の前後で誤差拡散手法（重み付けパターン）を変更する場合における本ハーフトーン化装置の各部の動作について、図 1 2 に示すフローチャート（ステップ A 1 0 ~ A 1 1 0）に従って説明する。

本ハーフトーン化装置は、RAM 1 6 上に展開された多値画像をなす画素からなる画像データについて、図 4 に示すような注目画素 A を中心とするマトリクス 1 0 0 b で走査しながら二値化するのであるが、その際に、先ず、輪郭検出処理部 5 4 により、マトリクス 1 0 0 b において、ラプラシアン型フィルタ（図 5 (a) , (b) 参照）や、プレウィット型フィルタ（図 6 (a) , (b) 参照）等の輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いたり、注目画素 A およびその周辺画素の値を加減算することにより直接的に算出したりすることにより、注目画素 A およびその周辺画素の値に基づいて注目画素 A についての輪郭値 E を算出する（ステップ A 1 0）。

【 0 0 6 8 】

次に、二値化処理部 5 1 が、推定処理部 5 6 が算出した注目画素 A の推定値 α を所定の値（本実施形態では 1 2 8）と比較して（ステップ A 2 0）、推定値 α が 1 2 8 以上（ $\alpha \geq 1 2 8$ ）の場合には（ステップ A 2 0 の Y E S ルート参照）、この注目画素 A の画素値 α' を 2 5 5 として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録する（ステップ A 3 0）。

【 0 0 6 9 】

また、 $2 5 5 - \alpha$ を計算して、その値を誤差 Z として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録する（ステップ A 4 0）。

一方、推定値 α が 1 2 8 よりも小さい（ $\alpha < 1 2 8$ ）場合には（ステップ A 2 0 の N O ルート参照）、二値化処理部 5 1 は、この注目画素 A の画素値 α' を 0 として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録し（ステップ A 5 0）、又、注目画素 A の推定値 α を誤差 Z として R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 上の所定の領域に記録する（ステップ A 6 0）。

【 0 0 7 0 】

次に、輪郭検出処理部 5 4 が、輪郭値 E を、予め設定したしきい値 T と比較して（ステップ A 7 0）、輪郭値 E がしきい値 T よりも小さい場合には（ステップ A 7 0 の N O ルート参照）、誤差拡散処理部 5 2 により、現在設定されている重み付けパターンに基づいて、誤差拡散法により注目画素の周辺の複数の未走査画素に誤差 Z を比例配分する（ステップ A 8 0）。

【 0 0 7 1 】

一方、輪郭値 E がしきい値 T よりも大きい場合には（ステップ A 7 0 の Y E S ルート参照）、例外処理を行なう（ステップ A 1 0 0）。すなわち、輪郭方向検出処理部 5 5 により輪郭方向 D j を検出して、輪郭の方向における未走査画素の値に、誤差に応じた値（ $Z / 2$ ）を加算するのである。

その後、変更処理部 5 3 が、図 1 0（a）～（d）に示す複数（本実施形態では 4）の重み付けパターンを所定の順序（例えば、図 1 0（a），（b），（c），（d），（a），（b）…の順）で選択して変更する（ステップ A 1 1 0）。

【 0 0 7 2 】

そして、本ハーフトーン化装置は、ステップA 8 0 又はA 1 1 0 の処理完了後、RAM 1 6 上に展開された多値画像の画像データについて、次の注目画素（現注目画素に対して走査方向に隣接する画素）にマトリクス1 0 0 b を移動させた後（ステップA 9 0 ）、ステップA 1 0 に戻り、新たな注目画素について同様の処理を繰り返し行なう。

【0 0 7 3】

なお、変更処理部5 3 による誤差拡散手法の変更手法については、上述のごとく図1 0 (a) ～ (d) に示す複数（本実施形態では4）の重み付けパターンを（a）, （b）, （c）, （d）, （a）, （b）…の順序で選択して変更することに限定するものではなく、これらの図1 0 (a) ～ (d) に示す複数の重み付けパターンを他の順序で選択して変更してもよく、更に、これらの図1 0 (a) ～ (d) に示す各重み付けパターンをランダムに選択して変更してもよく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更して実施することができる。

【0 0 7 4】

なお、本ハーフトーン化装置においては、変更処理部5 3 は、上述のごとく、輪郭検出処理部5 4 により注目画素A が輪郭上の画素であることを検出した場合にのみ誤差拡散手法を変更するようになっているが、これに限定するものではなく、変更処理部5 3 は画素毎に誤差拡散手法を変更してもよく、又、この場合においても誤差拡散手法（重み付けパターン）を所定の順序もしくはランダムに選択して変更することが望ましい。

【0 0 7 5】

また、画素毎に誤差拡散手法（重み付けパターン）を変更する場合における本ハーフトーン化装置の各部の動作について図1 3 に示すフローチャート（ステップB 1 0 ～B 1 1 0）に従って説明する。

本ハーフトーン化装置は、RAM 1 6 上に展開された多値画像をなす画素からなる画像データについて、図4 に示すような注目画素A を中心とするマトリクス1 0 0 b で走査しながら二値化するのであるが、その際に、先ず、輪郭検出処理部5 4 により、マトリクス1 0 0 b において、ラプラシアン型フィルタ（図5 (a), (b) 参照）や、プレウィット型フィルタ（図6 (a), (b) 参照）等

の輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いたり、注目画素Aおよびその周辺画素の値を加減算することにより直接的に算出したりすることにより、注目画素Aおよびその周辺画素の値に基づいて注目画素Aについての輪郭値Eを算出する（ステップB10）。

【0076】

次に、二値化処理部51が、推定処理部56が算出した注目画素Aの推定値 α を所定の値（本実施形態では128）と比較して（ステップB20）、推定値 α が128以上（ $\alpha \geq 128$ ）の場合には（ステップB20のYESルート参照）、この注目画素Aの画素値 α' を255としてRAM16や磁気ディスク26上の所定の領域に記録する（ステップB30）。

【0077】

また、 $255 - \alpha$ を計算して、その値を誤差ZとしてRAM16や磁気ディスク26上の所定の領域に記録する（ステップB40）。

一方、推定値 α が128よりも小さい（ $\alpha < 128$ ）場合には（ステップB20のNOルート参照）、二値化処理部51は、この注目画素Aの画素値 α' を0としてRAM16や磁気ディスク26上の所定の領域に記録し（ステップB50）、又、注目画素Aの推定値 α を誤差ZとしてRAM16や磁気ディスク26上の所定の領域に記録する（ステップB60）。

【0078】

次に、輪郭検出処理部54が、輪郭値Eを、予め設定したしきい値Tと比較して（ステップB70）、輪郭値Eがしきい値Tよりも小さい場合には（ステップB70のNOルート参照）、誤差拡散処理部52により、現在設定されている重み付けパターンに基づいて、誤差拡散法により注目画素Aの周辺の複数の未走査画素に誤差Zを比例配分する（ステップB80）。

【0079】

そして、変更処理部53により、図10（a）～（d）に示す複数（本実施形態では4）の重み付けパターンを、所定の順序（例えば、図10（a），（b），（c），（d），（a），（b）…の順）で選択して変更する（ステップB90）。

一方、輪郭値Eがしきい値Tよりも大きい場合には（ステップA70のYESルート参照）、例外処理を行なう（ステップB110）。すなわち、輪郭方向検出処理部55により輪郭方向Djを検出して、輪郭の方向における未走査画素の値に、誤差に応じた値（ $Z/2$ ）を加算するのである。

【0080】

そして、本ハーフトーン化装置は、ステップB90又はB110の処理完了後、RAM16上に展開された多値画像の画像データについて、次の注目画素Aにマトリクス100bを移動させた後（ステップB100）、ステップB10に戻り、新たな注目画素Aについて同様の処理を繰り返し行なう。

このように、画素毎に誤差拡散手法（誤差拡散法における重み付けパターン）を変更することによって、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができるのである。

【0081】

次に、異なる誤差拡散法に変更する手法について図11を用いて説明する。図11（a）はJavis, Judice and Ninkeによる誤差拡散法の重み付けパターンを示す図、図11（b）はStuckiによる誤差拡散法の重み付けパターンを示す図である。

これらの図11（a）、（b）に示す誤差拡散法も注目画素における誤差Zを、注目画素周辺の未走査画素に比例配分する手法であり、上述した図10に示す誤差拡散法と比較して、誤差Zの比例配分を行なう未走査画素の領域をより広範囲に拡大したものである。

【0082】

なお、図11（a）に示す誤差拡散法の重み付けパターンはJavis, Judice and Ninkeによる誤差拡散法として一般に知られているものであり、又、図11（b）に示す誤差拡散法の重み付けパターンはStuckiによる誤差拡散法として一般に知られているものである。

そして、本手法においては、誤差拡散処理部54が、図11（a）に示す重み付けパターンと、図11（b）に示す重み付けパターンとのいずれかを用いて誤差Zを比例配分（拡散）し、又、変更処理部53が、これらの重み付けパターン

を相互に変更する他は、図 1 2 に示すフローチャート（ステップ A 1 0 ～ A 1 1 0）とほぼ同様の処理を行なう。

【 0 0 8 3 】

上述の構成により、本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置は、多値画像をなす画素を走査しながら、走査中の注目画素 A の値を順次 2 値画像に変換（二値化）する。

ここで、本ハーフトーン化装置における輪郭検出処理および二値化処理について図 1 4 に示すフローチャート（ステップ C 1 0 ～ C 1 2 0）に従って説明する。

【 0 0 8 4 】

まず、オペレータが、輪郭強調の程度を制御するパラメータとしてのしきい値 T を入力し（ステップ C 1 0）、その後、本ハーフトーン化装置はラスタ走査を開始する（ステップ C 2 0）。

なお、二値化処理を開始する画素は画像の四隅のどの位置から開始してもよく、又、どの方向に処理を行なってもよい。

【 0 0 8 5 】

そして、走査終了か否かを確認し（ステップ C 3 0）、走査終了ならば（ステップ C 3 0 の Y E S ルート参照）、終了する。

また、走査を続行する場合には（ステップ C 3 0 の N O ルート参照）、本ハーフトーン化装置は、次に、上述した複数の輪郭検出方法（輪郭強調用二次元デジタルフィルタの使用による方法もしくは画素値から直接的に算出する方法）の中から特定の輪郭検出方法を選択する（ステップ C 4 0）。なお、この輪郭検出方法はオペレータによって選択することもできる。

【 0 0 8 6 】

ここで、輪郭検出方法としてラプラシアン型フィルタ（輪郭強調用二次元デジタルフィルタ）の使用が選択された場合には、上述の如くラプラシアン型フィルタを用いて輪郭値 E を算出し、この輪郭値 E としきい値 T とを比較することにより、走査中の注目画素 A が輪郭上に画素であることの検出を行なう（ステップ C 5 0）。

【 0 0 8 7 】

同様に、輪郭検出方法としてプレウィット型フィルタ（輪郭強調用二次元デジタルフィルタ）の使用が選択された場合には、上述の如くプレウィット型フィルタを用いて輪郭値Eを算出し、この輪郭値Eとしきい値Tとを比較することにより、走査中の注目画素Aが輪郭上に画素であることの検出を行なう（ステップC60）。

【 0 0 8 8 】

また、画素値から直接的に算出する方法が選択された場合には、注目画素Aおよびその周辺画素の値を加減算することにより輪郭値Eを算出し、この輪郭値Eとしきい値Tとを比較することにより、走査中の注目画素Aが輪郭上に画素であることの検出を行なう（ステップC70）。

次に、本ハーフトーン化装置は、ハーフトーン化方法の選択を行なう（ステップC80）。具体的には、予め複数の誤差拡散法における重み付けパターンをそなえ、走査中の注目画素Aが輪郭上の画素であることが検出された時にのみ（輪郭遭遇時のみ）変更する方法や、この重み付けパターンを画素毎に変更する手法、更に、図11（a），（b）に示すような他の誤差拡散法の重み付けパターンに変更する方法の中から特定のハーフトーン化方法を選択する。

【 0 0 8 9 】

誤差拡散法における重み付けパターンを走査中の注目画素Aが輪郭上の画素であることが検出された時にのみ（輪郭遭遇時のみ）変更する方法を選択した場合には（ステップC90）、画像データ中において輪郭と次の輪郭との間は同一の重み付けパターンでハーフトーン化を行なう。なお、この場合において、重み付けパターンの変更の順序は、所定の順序もしくはランダムに選択して変更することが望ましい。

【 0 0 9 0 】

また、重み付けパターンを画素毎に変更する手法を選択した場合には（ステップC100）、画素毎に重み付けパターンを変更しながらハーフトーン化を行なう。なお、この場合においても、重み付けパターンの変更の順序は、所定の順序もしくはランダムに選択して変更することが望ましい。

さらに、図 1 1 (a), (b) に示すような異なる誤差拡散法の重み付けパターンに変更する方法を選択した場合においては、かかる誤差拡散法を用いてハーフトーン化を行なう (ステップ C 1 1 0)。

【0 0 9 1】

その後、本ハーフトーン化装置は、RAM 1 6 上に展開された多値画像の画像データについて、次の注目画素 A にマトリクス 1 0 0 を移動させて次の画素に移動し (ステップ C 1 2 0)、ステップ C 3 0 に戻る。

そして、これらの行程 (ステップ C 3 0 ~ C 1 2 0) をラスタ走査が終了するまで繰り返し行なう。

【0 0 9 2】

次に、本ハーフトーン化装置による、画素値推定処理を含む動作の全体について、図 1 5 に示すフローチャート (ステップ D 1 0 ~ D 1 2 0) に従って説明する。

まず、オペレータが、注目画素 A についての値の推定に用いる重み係数およびその領域をキーボード 2 0 やマウス 2 2 を用いて入力し (ステップ D 1 0)、その後、本ハーフトーン化装置はラスタ走査を開始する (ステップ D 2 0)。

【0 0 9 3】

なお、二値化処理を開始する画素は画像の四隅のどの位置から開始してもよく、又、どの方向に処理を行なってもよい。

そして、走査終了か否かを確認し (ステップ D 3 0)、走査終了ならば (ステップ D 3 0 の YES ルート参照)、終了する。

また、走査を続行する場合には (ステップ D 3 0 の NO ルート参照)、本ハーフトーン化装置は、次に、上述した推定値 α の算出方法を選択する (ステップ D 4 0)。なお、この推定値算出方法はオペレータによって選択することもできる。

【0 0 9 4】

ここで、輪郭強調用デジタルフィルタ以外の二次元デジタルフィルタを使用する方法が選択された場合には、上記第 1 の推定方法において説明した如く二次元

デジタルフィルタを用いて推定値 α を算出する（ステップD50）。

同様に、輪郭検出方法として輪郭強調用二次元デジタルフィルタを使用する方法が選択された場合には、上記第2の推定方法において説明した如くラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタを用いて推定値 α を算出する（ステップD60）。

【0095】

また、誤差拡散を行なう未二値化画素の値に基づいて推定する手法が選択された場合には、上記第3の推定方法において説明した如く、誤差拡散を行なう未二値化画素に対して二次元デジタルフィルタを適用して注目画素Aの値を推定する（ステップD70）。

次に、本装置は、ハーフトーン化方法の選択を行なう（ステップD80）。具体的には、単純二値化法によるハーフトーン化方法や、一般的な誤差拡散法を用いたハーフトーン化方法、図14を用いて示した輪郭検出を行なって誤差拡散を行なう方法の中から特定のハーフトーン化方法を選択する。

【0096】

単純二値化法によるハーフトーン化方法を選択した場合には（ステップD90）、推定処理部56によって算出された推定値 α を注目画素Aの値として、二値化処理部51が二値化処理を行ない、この際、二値化によって生じる誤差（二値化後の画素値 α' （0もしくは255）と推定値 α との差）は拡散しない（単純二値化処理）。

【0097】

また、一般的な誤差拡散を選択した場合には（ステップD100）、推定処理部56によって算出された推定値 α を注目画素Aの値として、二値化処理部51が単純二値化を行なうとともに、誤差拡散処理部53が、この二値化によって生じる誤差（二値化後の画素値 α' （0もしくは255）と推定値 α との差）を、一般的に知られている誤差拡散法を用いて拡散する。

【0098】

一方、輪郭検出を行なって誤差拡散を行なう方法を選択した場合には（ステップD110）、推定処理部56によって算出された推定値 α を注目画素Aの値と

して、二値化処理部 5 1 が単純二値化を行なうとともに、図 1 4 に示すフローチャートにおけるステップ C 4 0 ~ C 1 1 0 の処理を行なう。なお、この場合、「注目画素 A の値の推定に用いる重み係数と領域の選択」は予め入力されているものとする。

【 0 0 9 9 】

その後、本ハーフトーン化装置は、RAM 1 6 上に展開された多値画像の画像データについて、次の注目画素 A にマトリクス 1 0 0 b を移動させて次の画素に移動し（ステップ D 1 2 0 ）、ステップ D 3 0 に戻る。

そして、これらの行程（ステップ D 1 0 ~ D 1 2 0 ）をラスタ走査が終了するまで繰り返し行なう。

【 0 1 0 0 】

このように、本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置によれば、注目画素 A に対して二値化を行なう際に、その注目画素 A についての値を直接的に使用せずに、その注目画素 A 以外の画素の値に基づいて算出した推定値を用いて二値化を行なうので、例えば、市松模様のように隣接する画素間でその値に大きな変化がある図柄についても、画素値の変化を滑らかにすることができる。

【 0 1 0 1 】

そして、走査方向に発生する縞模様（モアレ等）の原因がこのような画素値の急激な変化によるものであるので、画素値の変化を滑らかにすることにより、このような走査方向に発生する縞模様を低減することができる。

また、多値画像中において、傷等が原因で画素値が突出している画素がある場合においても、その突出した画素値の誤差が直接的に周囲の未二値化画素に対して分散されることがなく、原画像（多値画像）にないモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができ、入力に用いたスキャナやデジタルカメラ等の入力機器の固有の周期構造が原因のモアレ等を潜在的に有するものである場合においても、そのモアレ等が誤差の拡散により増幅され顕在化してしまうことがない。なお、非常になだらかなグラデーション画像に関しても、特有の目障りな模様が発生することはない。

【 0 1 0 2 】

また、二次元デジタルフィルタを用いて推定値の算出を行なうことにより、容易に推定値を算出することができ、特に、ラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等の輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて推定値の算出を行なうことにより、輪郭を強調することができ、メリハリのある画像を形成することができる。

【0103】

さらに、推定処理部56による推定値の算出や二値化処理部51による二値化処理を、それぞれ並列化して行なうこともでき、これによって処理時間を短縮することができる。

また、輪郭検出処理部54により注目画素が輪郭上の画素であることを検出したときに、変更処理部53により誤差拡散手法（誤差拡散法の重み付けパターン）を変更するので、誤差分散手法の変更による影響（モアレや目障りな模様）を局在化させ、これらの影響を輪郭に紛れさせることができるので、これにより、二値化後の画像において、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0104】

また、輪郭処理部54により注目画素が輪郭上の画素であることを検出したときに、誤差拡散処理部52が、輪郭方向検出処理部55により検出した輪郭の方向における未走査画素の値に、注目画素についての二値化に伴って生じた誤差に応じた値（ $Z/2$ ）を加算する例外処理を行なうので、これによっても原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0105】

さらに、注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値Eを算出して、この輪郭値Eをしきい値T（例えば128）と比較することによって、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを検出しているので、これにより、容易に輪郭を検出することができるほか、多値画像の走査と並行して輪郭の検出を行なうことができ輪郭検出の処理を高速化することができる。

【0106】

また、このしきい値Tをオペレータが変更することにより、二値化後の画像の輪郭強調の程度（シャープネス）を変更することができ、ハーフトーン化を行なうことにより生ずる画像のボケを解消することができる。

例えば、しきい値Tを255に近づけることにより輪郭を強調することができ、又、しきい値Tを0に近づけることにより輪郭をぼかすようにすることができるのである。

【0107】

なお、輪郭検出処理部54が、ラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等の輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて輪郭値を算出しているので、これにより、容易に輪郭を検出することができる。

また、変更処理部53が、図7（a）～（d）に示す複数（本実施形態では4）の重み付けパターンに基づき、誤差を注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分するとともに、これらの重み付けパターンを（a）、（b）、（c）、（d）、（a）、（b）…の順序で選択して変更しており、誤差拡散処理部52における重み付けパターンを所定の順序で選択して変更することにより誤差拡散手法を変更するので、これによっても、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0108】

さらに、変更処理部53が、図7（a）～（d）に示すような複数の重み付けパターンに基づき、誤差を注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分するとともに、これらの重み付けパターンをランダムに選択して変更することによっても、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【0109】

図16～図19はそれぞれ本ハーフトーン化装置によりハーフトーン化した画像の色票の明度（L*）を0～100%の範囲で5%ごとに測定した結果を、注目画素の値を直接用いてハーフトーン化（従来技術）した結果と比較して示す図であり、図16はマゼンタ（Magenta）についての波長と明度との関係を示す図、図17はグリーン（Green）についての波長と明度との関係を示す図、図18

はブルー（Blue）についての波長と明度との関係を示す図、図 1 9 は Composite Black（R G B 同量）についての波長と明度との関係を示す図である。なお、これらの図 1 6 ～図 1 9 中においては、それぞれ本装置による結果を実線で示すとともに、従来技術による結果を破線によって示している。

【0 1 1 0】

図 1 6 ～図 1 9 に示すように、従来技術のハーフトーン化による結果においては、色票番号 1 1（5 0 %）付近において、明度の低下が検出されているが、本ハーフトーン化装置もしくはハーフトーン化手法によれば、このような色票番号 1 1（5 0 %）付近における明度の低下は発生せず、なめらかな画像を得ることができることがわかる。

【0 1 1 1】

なお、二値化前の多値画像が、複数の画像からなるもの（例えば、シアン、マゼンタ、イエロおよびブラック等の複数色の画像からなるカラー画像）であって、ハーフトーン化すべき複数の画像を有しており、これらの複数の画像がほぼ同一の輪郭を有している場合に、輪郭検出処理部 5 4 により、複数の画像のうちの 1 つについてのみ輪郭上画素の検出を行ない、その検出結果を、一時的に R A M 1 6 や磁気ディスク 2 6 等に格納し、この輪郭の情報（輪郭の位置，方向等）を全ての画像に対するハーフトーン化処理を実行する際に用いてもよい。

【0 1 1 2】

これにより、輪郭検出処理部 5 4 により、他の画像について輪郭上画素の検出を行なうことなく全画像のハーフトーン化を行なうことができ、ハーフトーン化処理の実行速度を向上させることができる。

なお、複数の画像とは、上述の如きシアン，マゼンタ，イエロおよびブラック等の複数色の画像からなるカラー画像に限定されるものではなく、例えば、レッド，グリーンおよびブルーからなるカラー画像であってもよく、又、これ以外の画像であってもよく、カラー画像を構成するものであれば複数の画像の範疇に含まれるものとする。

【0 1 1 3】

また、このとき、複数の画像のうちの 1 つについての輪郭検出処理を完了して

から、全ての画像の二値化処理を行なってもよいし、前記輪郭検出処理と並行して全ての画像の二値化処理を行なってもよい。

また、本ハーフトーン化装置においては、多値画像の走査時に、二値化処理部 5 1 によって二値化を行なう処理と並行して、輪郭検出処理部 5 4 により輪郭値 E を算出して、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを判断するので、ハーフトーン処理を短時間で行なうことができる。

【 0 1 1 4 】

また、本ハーフトーン化方法は、並列演算に適したものであるので、複数の CPU を用いた並列処理を行なうことができ、大きな画像の処理に際しても容易に高速化することができる。

なお、輪郭検出処理部 5 4 による輪郭の検出に際しては、ラプラシアン型フィルタを用いた手法、プレウィット型フィルタを用いた手法、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することによる手法のいずれの手法を用いてもよい。

【 0 1 1 5 】

そして、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、輪郭検出処理部 5 4 による輪郭の検出においては、上記実施形態に限定するものではなく、本実施形態に記載された手法以外の手法を用いてもよい。

また、注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより輪郭値 E を算出する際において、 X_i に $256/768 (= 1/3)$ を乗算しているが、これに限定するものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更して実施することができる。

【 0 1 1 6 】

さらに、上記実施形態においては、注目画素 A 以外の画素の値から注目画素 A の値を直接的に推定しているが、これに限定するものではなく、注目画素 A 以外の画素をそれぞれ二値化し、これらの二値化によって生じた誤差に対して二次元デジタルフィルタを適用することによって求められた値を注目画素 A の誤差として推定し、誤差分散等を行なってもよい。

【 0 1 1 7 】

なお、本発明の各実施形態が開示されていれば、当業者によって製造することが可能である。

（付記 1）多値画像を二値画像に変換するハーフトーン化方法であって、二値化を行なう注目画素についての値を当該注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定ステップと、

該推定値に基づいて該注目画素の値を二値化する二値化ステップとを含んだことを特徴とする、ハーフトーン化方法。

【 0 1 1 8 】

（付記 2）該推定ステップにおいて、該注目画素から所定距離だけ離れた所定領域の未二値化画素の値に基づいて該推定値の算出を行なうことを特徴とする、付記 1 記載のハーフトーン化方法。

（付記 3）該推定ステップにおいて、該所定領域の未二値化画素に対して二次元デジタルフィルタを用いて該推定値の算出を行なうことを特徴とする、付記 2 記載のハーフトーン化方法。

【 0 1 1 9 】

（付記 4）該デジタルフィルタが輪郭強調用二次元デジタルフィルタであることを特徴とする、付記 3 記載のハーフトーン化方法。

（付記 5）該輪郭強調用二次元デジタルフィルタがラプラシアン型フィルタであることを特徴とする、付記 4 記載のハーフトーン化方法。

（付記 6）該輪郭強調用二次元デジタルフィルタがプレウィット型フィルタであることを特徴とする、付記 4 記載のハーフトーン化方法。

【 0 1 2 0 】

（付記 7）該二値化ステップにおいて、単純二値化手法を用いて二値化を行なうことを特徴とする、付記 1 ～付記 6 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

（付記 8）該注目画素についての二値化に伴って生じた誤差を、該注目画素周辺の未二値化画素に拡散させる誤差拡散ステップを含んだことを特徴とする、付記 1 ～付記 6 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【 0 1 2 1 】

（付記 9）該推定ステップにおいて前記推定値の算出に用いた画素に対して、前記注目画素についての二値化に伴って生じた誤差を分散させることを特徴とする、付記 8 記載のハーフトーン化方法。

（付記 1 0）該誤差拡散ステップでの誤差拡散手法を、該多値画像の走査に伴い、所定の方式に従って変更する変更ステップを含んだことを特徴とする、付記 8 または付記 9 記載のハーフトーン化方法。

【 0 1 2 2 】

（付記 1 1）該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出ステップを含み、

該輪郭検出ステップで該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該変更ステップにおいて該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、付記 1 0 に記載のハーフトーン化方法。

【 0 1 2 3 】

（付記 1 2）該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出ステップを含み、

該輪郭検出ステップで該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合に、該誤差拡散ステップにおいて、該輪郭方向検出ステップで検出された該輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことを特徴とする、付記 1 1 に記載のハーフトーン化方法。

【 0 1 2 4 】

（付記 1 3）画素毎に、該変更ステップにおいて該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、付記 1 0 に記載のハーフトーン化方法。

（付記 1 4）該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出する輪郭検出ステップと、

該輪郭の方向を検出する輪郭方向検出ステップとを含み、

該輪郭検出ステップで該注目画素が該輪郭上の画素であることを検出した場合には、該誤差拡散ステップにおいて、該輪郭方向検出ステップで検出された該輪郭の方向における未走査画素の値に、前記誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことを特徴とする、付記 1 3 に記載のハーフトーン化方法。

【 0 1 2 5 】

(付記 1 5) 該輪郭検出ステップにおいて、該注目画素およびその周辺画素の値に基づいて該注目画素についての輪郭値を算出し、該輪郭値を所定値と比較することにより、該注目画素が該多値画像における輪郭上の画素であるか否かを検出することを特徴とする、付記 1 1～付記 1 4 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【0 1 2 6】

(付記 1 6) 該輪郭検出ステップにおいて、輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて該輪郭値を算出することを特徴とする、付記 1 5 に記載のハーフトーン化方法。

(付記 1 7) 該輪郭強調用二次元デジタルフィルタが、ラプラシアン型フィルタであることを特徴とする、付記 1 6 に記載のハーフトーン化方法。

【0 1 2 7】

(付記 1 8) 該輪郭強調用二次元デジタルフィルタが、プレウィット型フィルタであることを特徴とする、付記 1 6 に記載のハーフトーン化方法。

(付記 1 9) 該注目画素およびその周辺画素の値を加減算することにより、該輪郭値を直接的に算出することを特徴とする、付記 1 5 に記載のハーフトーン化方法。

【0 1 2 8】

(付記 2 0) 該変更ステップにおいて、該誤差拡散手法を、複数の誤差拡散手法から所定の順序で選択して変更することを特徴とする、付記 1 0～付記 1 9 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

(付記 2 1) 該変更ステップにおいて、該誤差拡散手法を、複数の誤差拡散手法からランダムに選択して変更することを特徴とする、付記 1 0～付記 1 9 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【0 1 2 9】

(付記 2 2) 該誤差拡散ステップでの誤差拡散手法として、所定の重み付けパターンに基づき、前記誤差を該注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分する手法を採用し、

該変更ステップにおいて、前記所定の重み付けパターンを変更することにより

該誤差拡散手法を変更することを特徴とする、付記 1 0 ～付記 2 1 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【0 1 3 0】

（付記 2 3）ハーフトーン化すべき複数の画像がほぼ同一の輪郭を有している場合、該複数の画像のうちの一つについてののみ該輪郭検出ステップによる輪郭上画素の検出を行ない、その検出結果を、他の画像に対するハーフトーン化処理を実行する際に用いることを特徴とする、付記 1 1 ～付記 1 4 のいずれか 1 項に記載のハーフトーン化方法。

【0 1 3 1】

（付記 2 4）多値画像を二値画像に変換するハーフトーン化装置であって、二値化を行なう注目画素についての値を当該注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定処理部と、

該推定値に基づいて該注目画素の値を二値化する二値化処理部とを含んだことを特徴とする、ハーフトーン化装置。

【0 1 3 2】

（付記 2 5）多値画像を二値画像に変換する機能をコンピュータに実行させるためのハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

該ハーフトーン化プログラムが、

二値化を行なう注目画素についての値を当該注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定処理部と、

該推定値に基づいて該注目画素の値を二値化する二値化処理部として、該コンピュータを機能させることを特徴とする、ハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【0 1 3 3】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明のハーフトーン化方法およびハーフトーン化装置並びにハーフトーン化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体によれば、以下の効果ないし利点がある。

(1) 注目画素に対して二値化を行なう際に、その注目画素についての値を直接的に使用せずに、その注目画素以外の画素の値に基づいて算出した推定値を用いて二値化を行なうので、例えば、多値画像中において、傷等が原因で画素値が突出している画素がある場合においても、その突出した画素値の誤差が直接的に周囲の未二値化画素に対して分散されることがなく、原画像（多値画像）にないモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる（請求項1～請求項5）。

【0134】

(2) 二次元デジタルフィルタを用いて推定値の算出を行なうことにより、容易に推定値を算出することができる。

(3) ラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等の輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて推定値の算出を行なうことにより、輪郭を強調することができ、メリハリのある画像を形成することができる。

【0135】

(4) 誤差分散手法を多値画像の走査に伴って変更するので、二値化後の画像において、多値画像に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

(5) 注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に誤差分散手法を変更することにより、誤差分散手法の変更による影響（モアレや目障りな模様（artifact））を局在化させ、これらの影響を輪郭に紛れさせることができるので、これによっても原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様を目立たなくすることができる。

【0136】

(6) 画素毎に誤差拡散手法を変更することによっても原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

(7) 注目画素が輪郭上の画素であることを検出した場合に、輪郭の方向における未走査画素の値に、注目画素についての二値化に伴って生じた誤差に応じた値を加算する例外処理を行なうことにより、これによっても原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【 0 1 3 7 】

(8) 注目画素およびその周辺画素の値に基づいて注目画素についての輪郭値を算出して、この輪郭値を所定値と比較することによって、注目画素が輪郭上の画素であるか否かを検出することにより、容易に輪郭を検出することができるほか、多値画像の走査と平行して輪郭の検出を行なうことができ、輪郭検出の処理を高速化することができる。

【 0 1 3 8 】

(9) ラプラシアン型フィルタやプレウィット型フィルタ等の輪郭強調用二次元デジタルフィルタを用いて輪郭値を算出することにより、容易に輪郭を検出することができる。

(1 0) 注目画素およびその周辺画素の値を加減算することによって輪郭値を直接的に算出することにより、乗除算を行なうことなく輪郭値を算出することができるので、計算の負荷を減らすことができ輪郭値を高速に算出することができる。

【 0 1 3 9 】

(1 1) 複数の誤差拡散手法をそなえるとともに、これらの複数の誤差拡散手法から所定の順序で誤差拡散手法を選択して変更することにより、原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

(1 2) 複数の誤差拡散手法をそなえるとともに、これらの複数の誤差拡散手法からランダムに選択して変更することによっても、より原画像（多値画像）に無いモアレや目障りな模様（artifact）を目立たなくすることができる。

【 0 1 4 0 】

(1 3) 所定の重み付けパターンに基づき、誤差を注目画素周辺の複数の未走査画素に比例配分するとともに、この所定の重み付けパターンを変更することにより、容易且つ確実に誤差拡散手法を変更することができる。

(1 4) ハーフトーン化すべき複数の画像がほぼ同一の輪郭を有している場合に、複数の画像のうちの 1 つについてのみ輪郭上画素の検出を行ない、その検出結果を、他の画像に対するハーフトーン化処理を実行する際に用いることにより

、他の画像についての輪郭上画素の検出を行なうことなく複数画像のハーフトーン化を行なうことができ、ハーフトーン化処理の実行速度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の一実施形態としてのハーフトーン化装置を実現するためのコンピュータシステムの構成を示すブロック図である。

【図 3】

(a)、(b) は注目画素についての値の推定方法を説明するための図である。

【図 4】

輪郭強調用二次元デジタルフィルタを適用する方法を説明するための図である。

【図 5】

(a)、(b) はそれぞれラプラシアン型フィルタを示す図である。

【図 6】

(a)、(b) はそれぞれプレウィット型フィルタを示す図である。

【図 7】

(a) は注目画素に隣接する未二値化画素を示す図、(b) は (a) に示す画素に対して適用する二次元デジタルフィルタを示す図である。

【図 8】

(a) は注目画素の周辺の未二値化画素を示す図、(b) は (a) に示す画素に対して適用する二次元デジタルフィルタを示す図である。

【図 9】

輪郭の方向を説明するための図である。

【図 1 0】

a) ~ (d) はそれぞれ誤差拡散法における重み付けパターンを示す図である。

【図 1 1】

(a) はJavis, Judice and Ninkeによる誤差拡散法の重み付けパターンを示す図、(b) はStuckiによる誤差拡散法の重み付けパターンを示す図である。

【図 1 2】

輪郭の前後で誤差拡散手法（重み付けパターン）を変更する場合における本ハーフトーン化装置の各部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 3】

画素毎に誤差拡散手法（重み付けパターン）を変更する場合における本ハーフトーン化装置の各部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 4】

本ハーフトーン化装置における輪郭検出処理および二値化処理について説明するためのフローチャートである。

【図 1 5】

本ハーフトーン化装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 6】

マゼンタ (Magenta) についての波長と明度との関係を示す図である。

【図 1 7】

グリーン (Green) についての波長と明度との関係を示す図である。

【図 1 8】

ブルー (Blue) についての波長と明度との関係を示す図である。

【図 1 9】

Composite Black (RGB 同量) についての波長と明度との関係を示す図である。

【符号の説明】

1 0 CPU

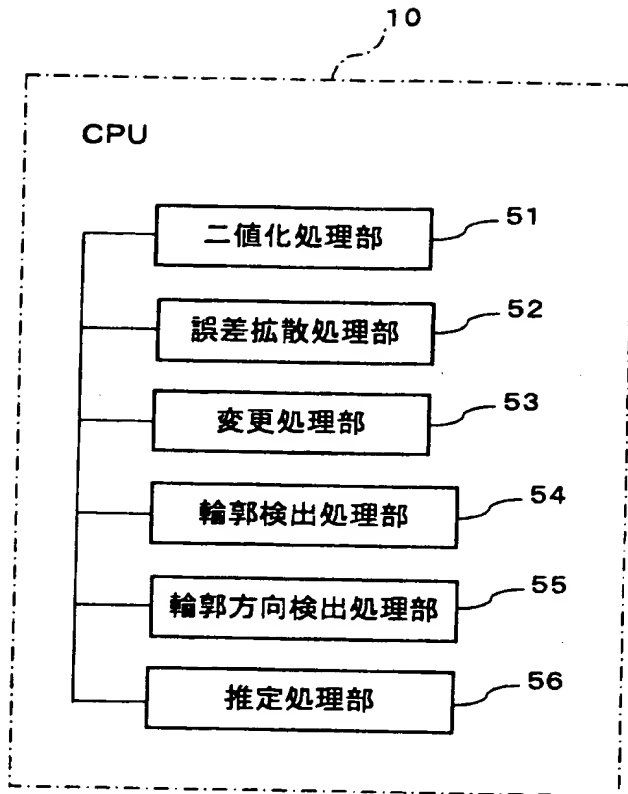
1 2 バスライン

1 4 ROM

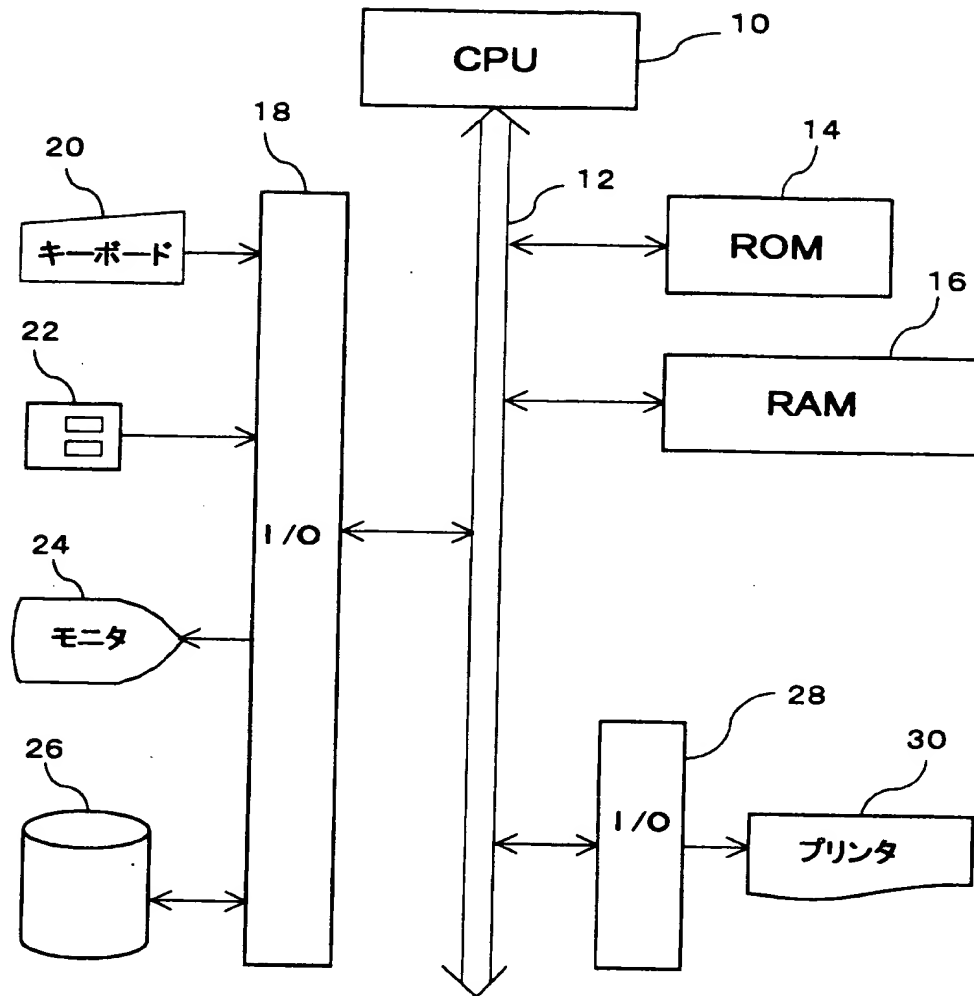
- 1 6 R A M
- 1 8 入出力インターフェース (I / O)
- 2 0 キーボード
- 2 2 マウス
- 2 4 モニタ
- 2 6 磁気ディスク
- 2 8 入出力インターフェース (I / O)
- 3 0 プリンタ
- 5 1 二値化処理部
- 5 2 誤差拡散処理部
- 5 3 変更処理部
- 5 4 輪郭検出処理部
- 5 5 輪郭方向検出処理部
- 5 6 推定処理部
- 1 0 0 a , 1 0 0 b マトリクス

【書類名】 図面

【図 1】

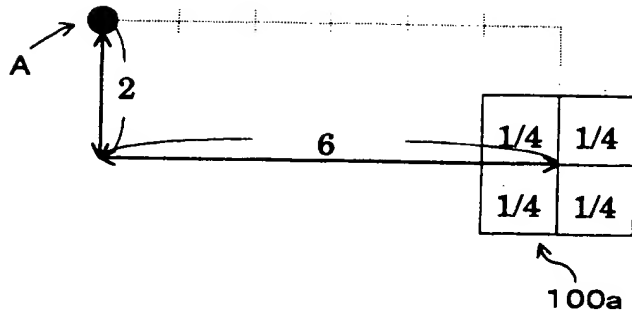


【図 2】

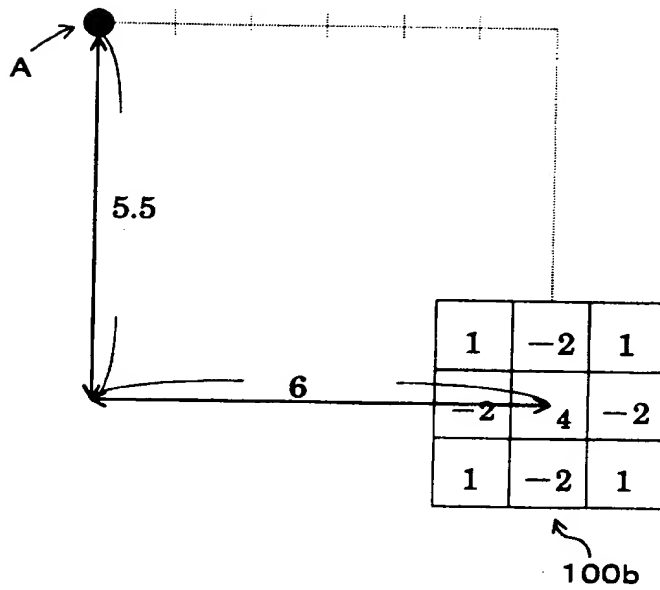


【図 3】

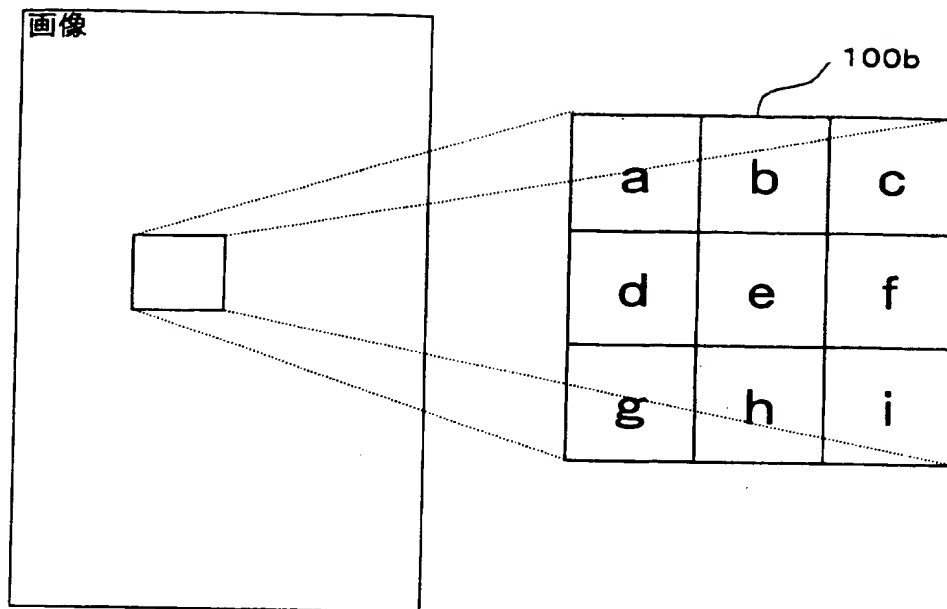
(a)



(b)



【図 4】



【図 5】

(a)

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

(b)

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

【図 6】

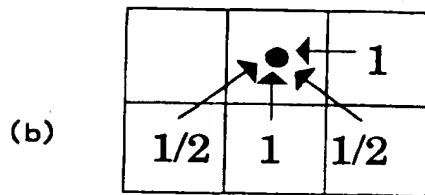
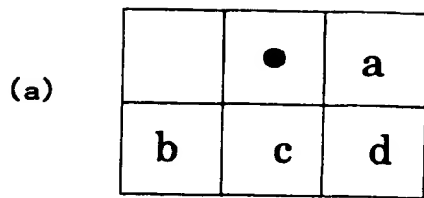
(a)

$$\sqrt{\left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline \end{array} \right)^2 + \left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array} \right)^2}$$

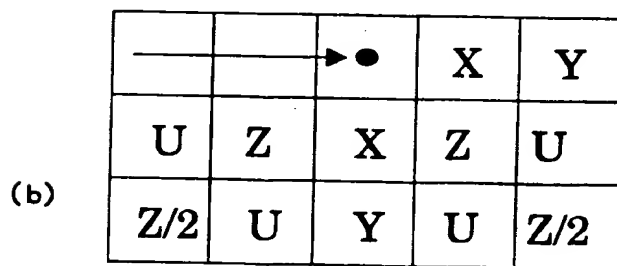
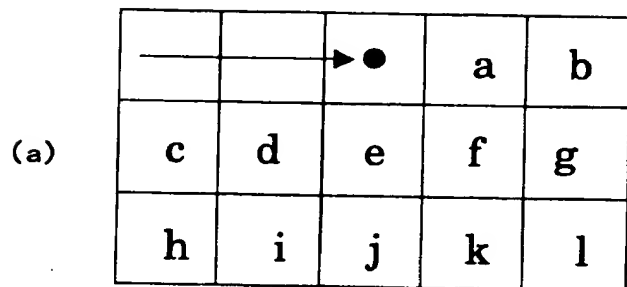
(b)

$$\sqrt{\left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \right)^2 + \left(\begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} \right)^2}$$

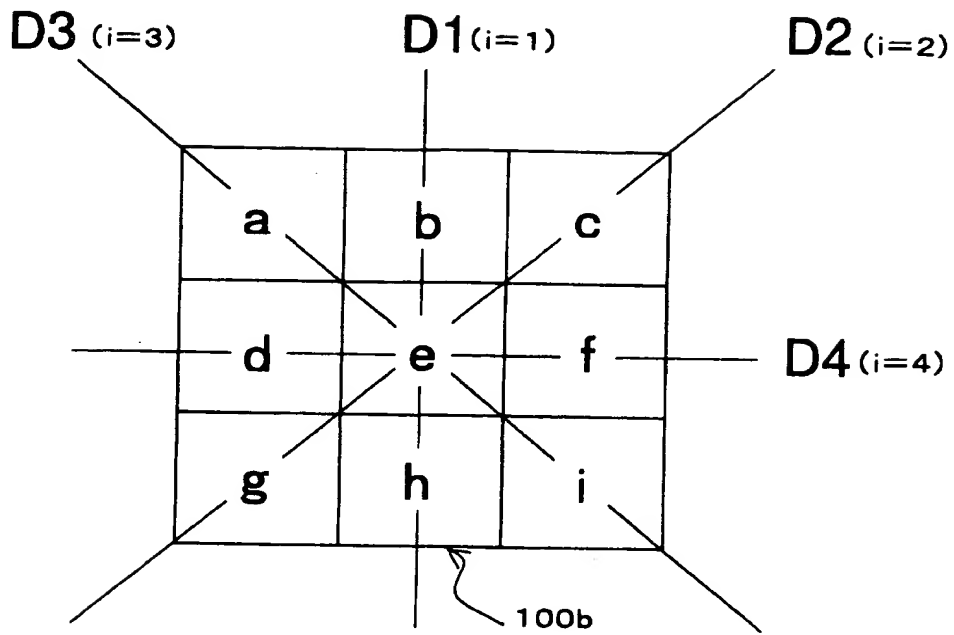
【図 7】



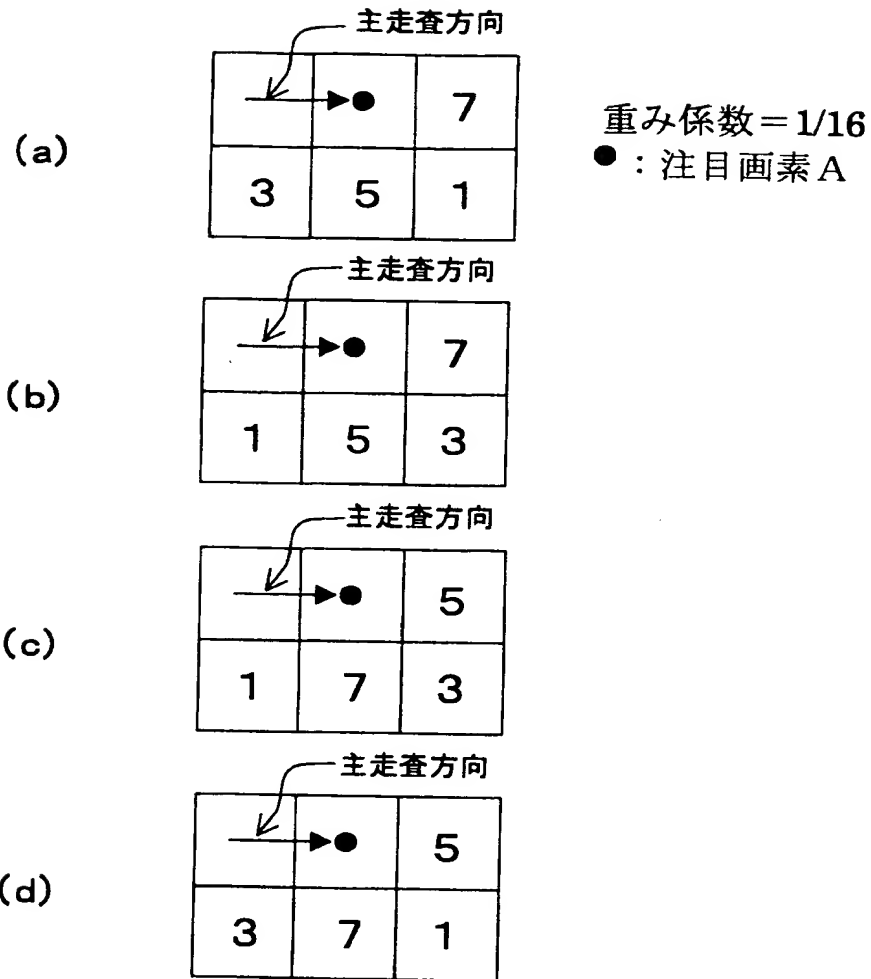
【図 8】



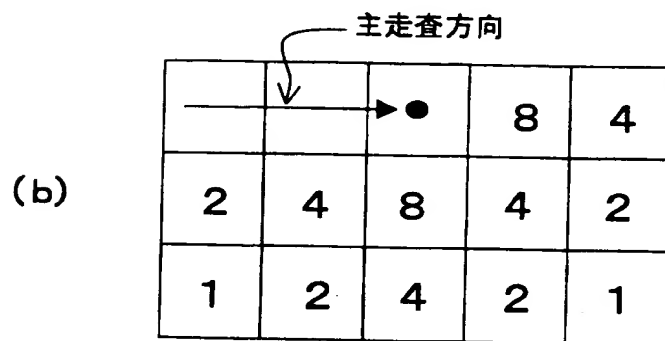
【図 9】



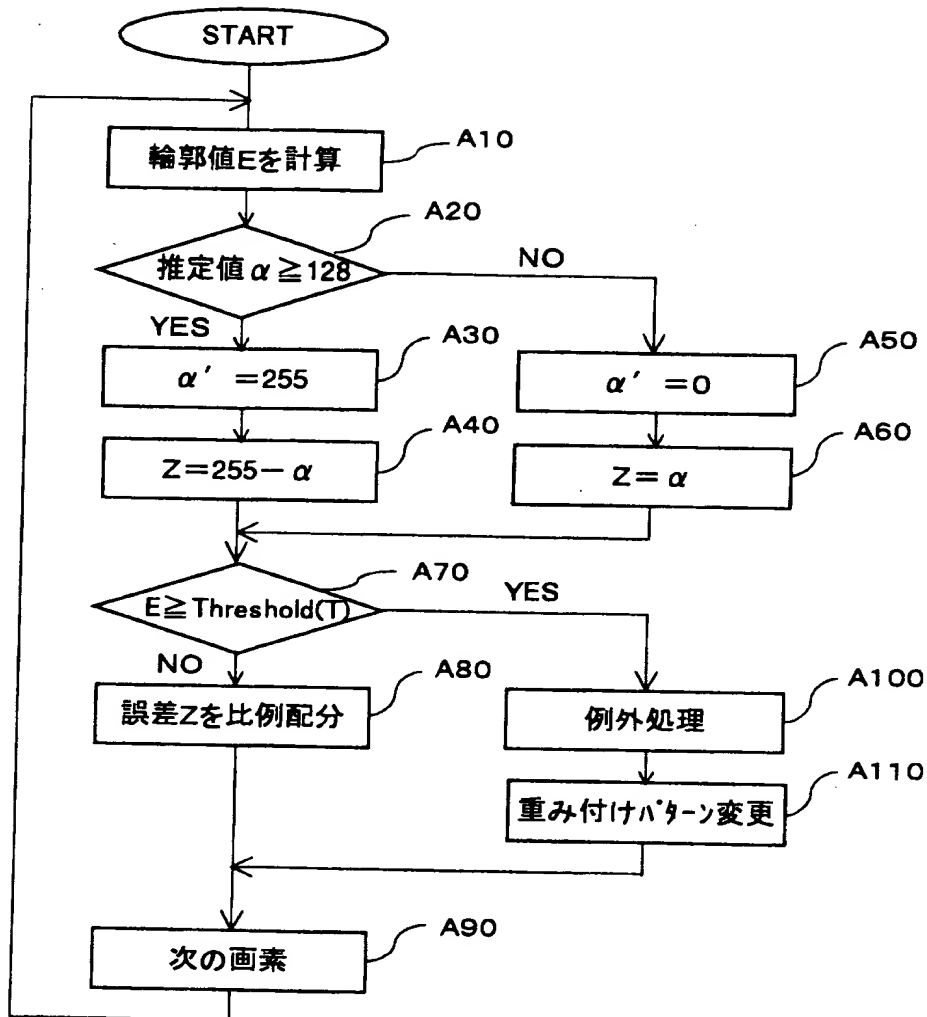
【図 10】



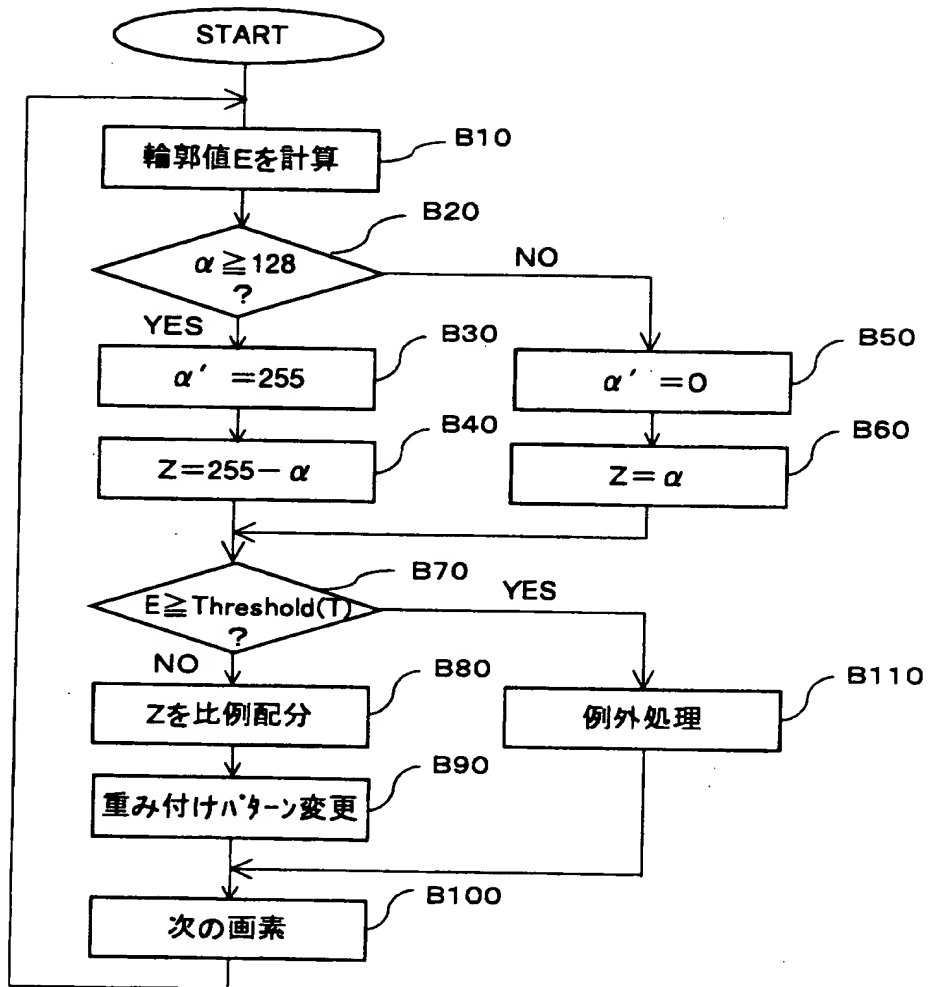
【図 1 1】



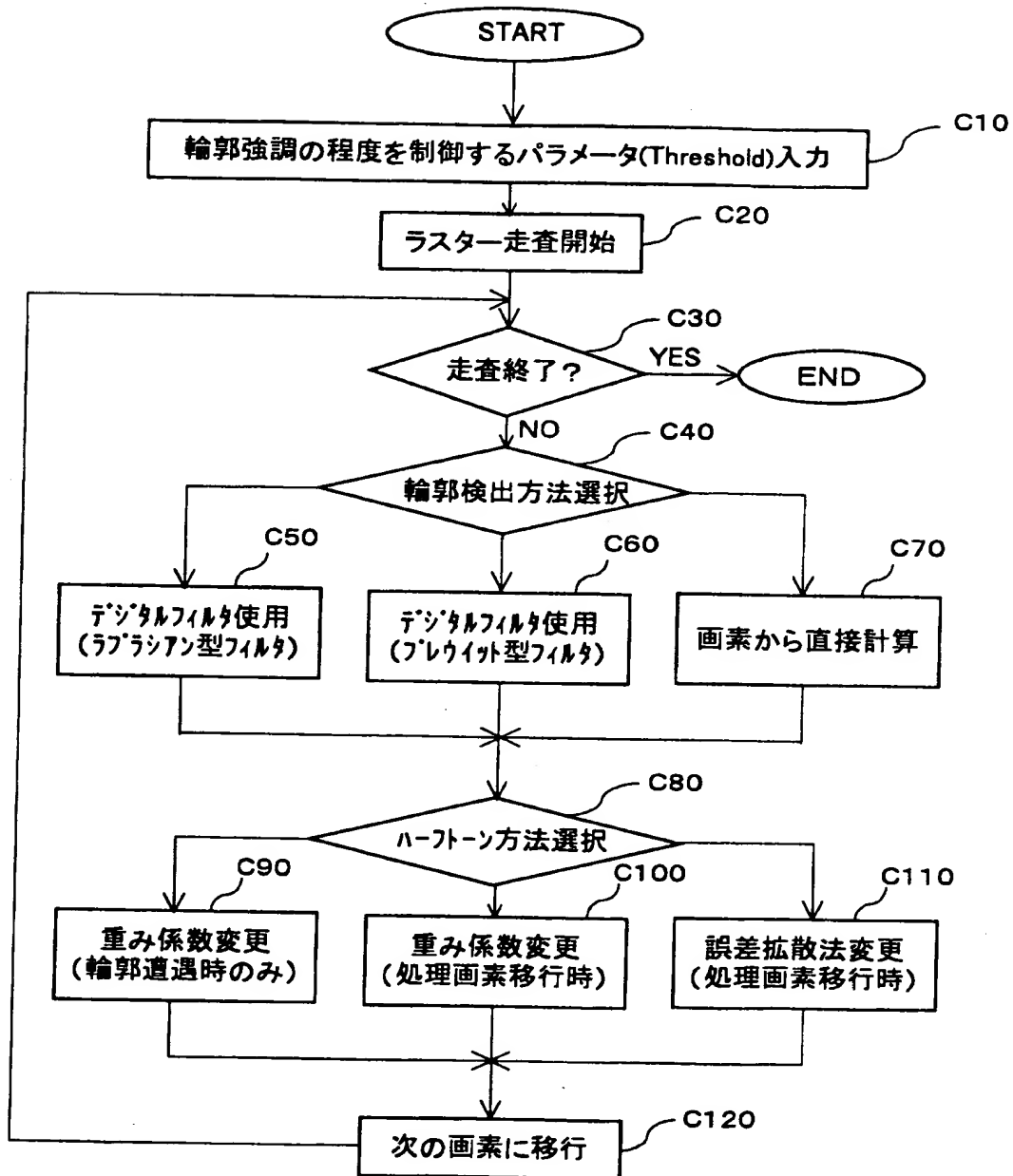
【図 12】



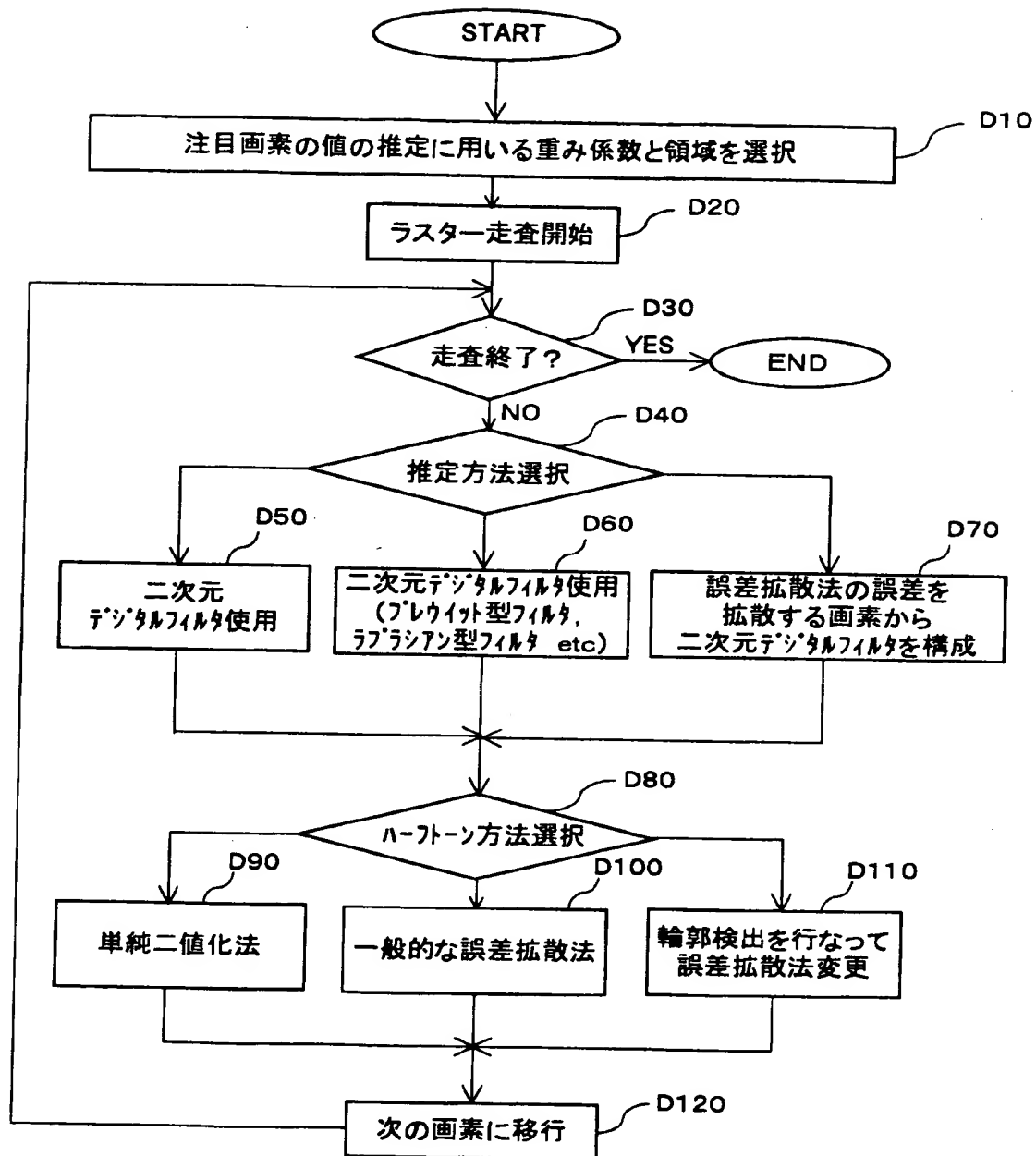
【図13】



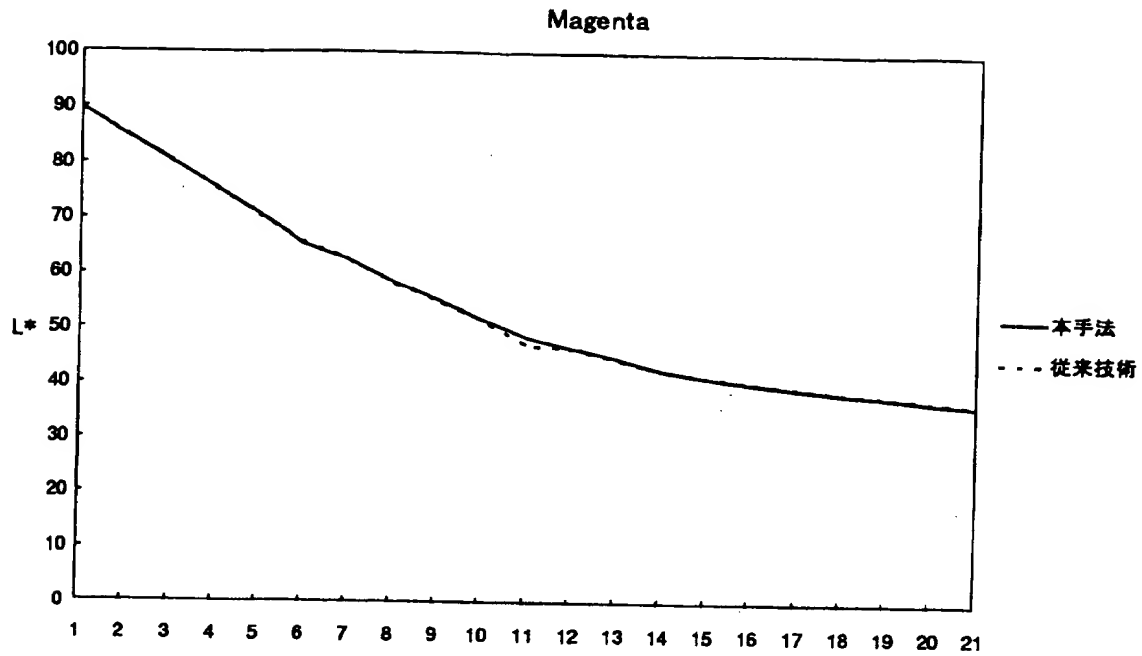
【図 14】



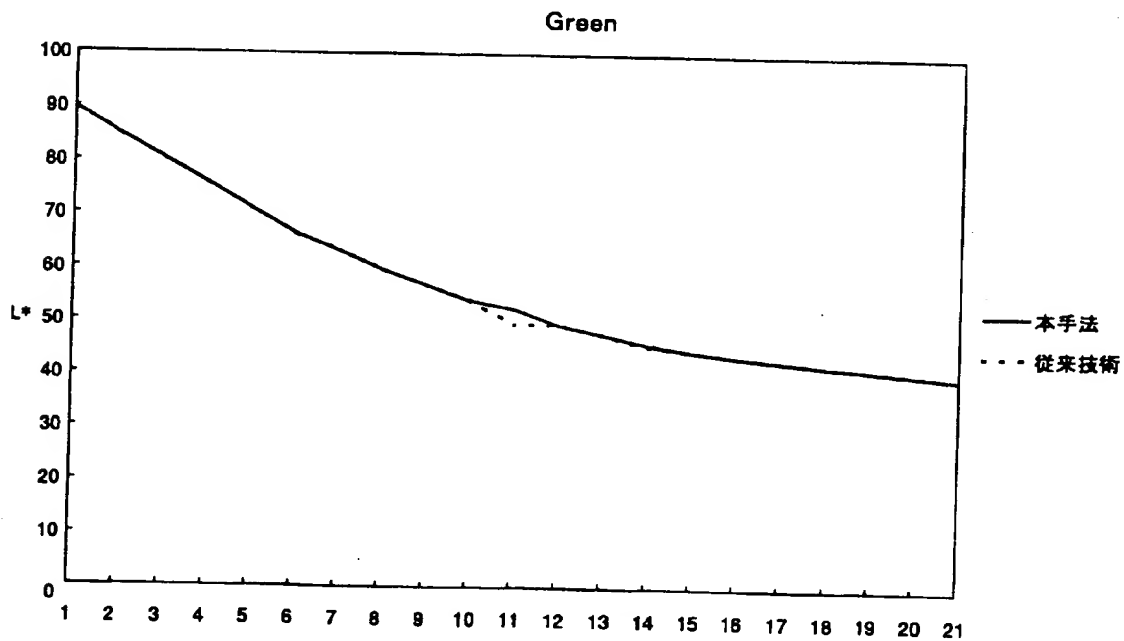
【図 15】



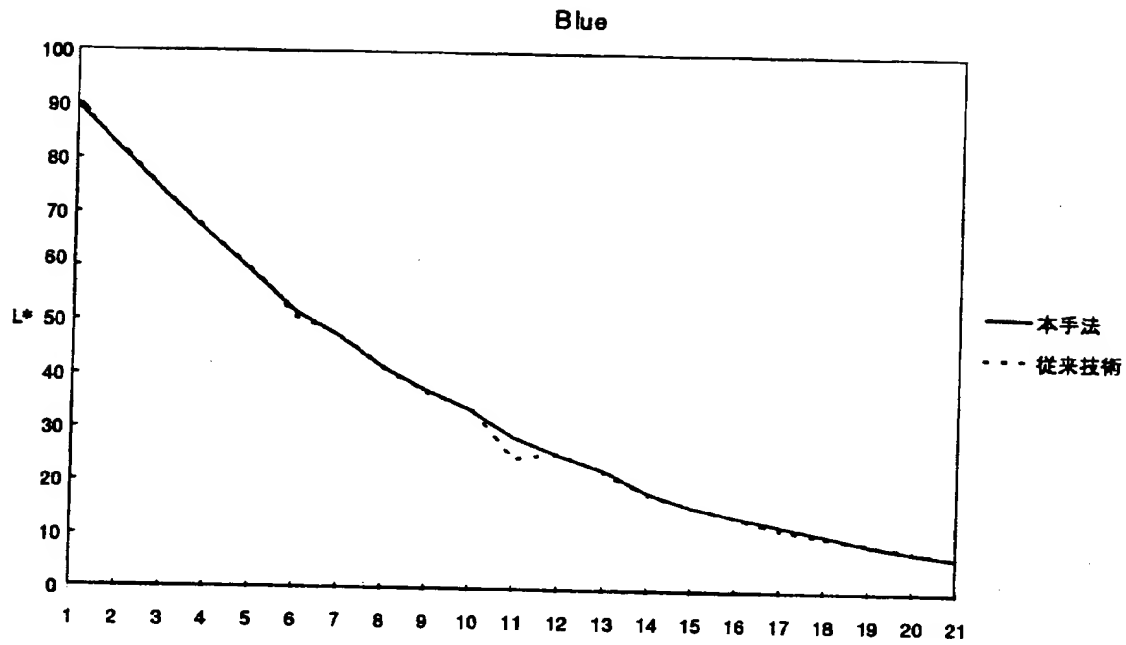
【図 16】



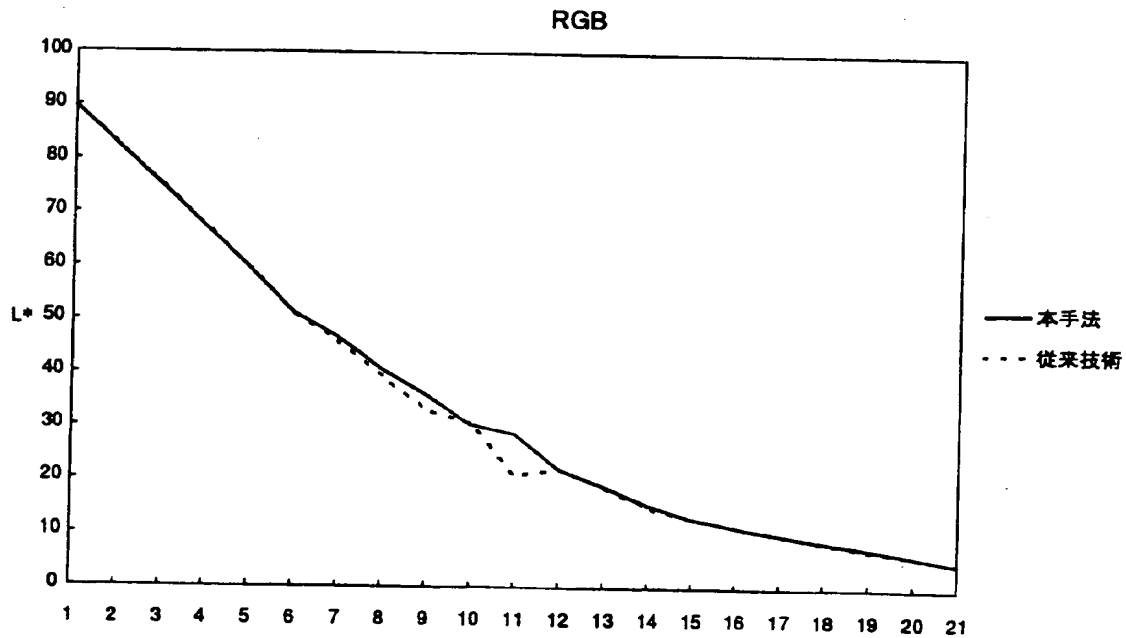
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多値画像中の傷等による、画素値の急激な変化によるモアレをなくすことができ、又、簡易な手法で、モアレや目障りな模様の発生を確実に抑制することができるようにする。

【解決手段】 二値化を行なう注目画素についての値をその注目画素以外の画素の値に基づいて算出する推定処理部 5 6 と、推定値に基づいて注目画素の値を二値化する二値化処理部 5 1 とを含んで構成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 3 月 2 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
氏 名	富士通株式会社